

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
 «Российский государственный профессионально-педагогический университет»
 Институт инженерно-педагогического образования
 Кафедра технологии машиностроения, сертификации и методики
 профессионального обучения

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
 МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КРЫШКА
 ЧЕРВЯЧНОГО РЕДУКТОРА»**

Пояснительная записка к дипломному проекту
 по направлению подготовки 44.03.04

Профессиональное обучение (по отраслям)

Профиль подготовки «Машиностроение и материалобработка»
 профилизация «Технологии и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР : 634

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Екатеринбург 2016г 44.03.04.634 ПЗ Разработка технологического процесса механической обработки детали «Крышка» Пояснительная записка.	Лит.	Лист.	Листов.
	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата				
	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата				
	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата				
	Им.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
	Разраб.	Брехов А.П.						
	Провер.	Суриков В.П.					2	3
	Н.Контр.	Суриков В.П.						
	Утвердил							
						ФГАОУ ВПО РГППУ МаИ, группа ЗТО-401С		

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»

*РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КРЫШКА
ЧЕРВЯЧНОГО РЕДУКТОРА»*

Дипломный проект
по направлению подготовки 44.03.04
Профессиональное обучение (по отраслям)
Профиль подготовки «Машиностроение и материалобработка»
профилизация «Технологии и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 634

Екатеринбург
2016г

Инва.№ подл.	Подп. и дата	Инва.№ дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

					ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		3

РЕФЕРАТ

Дипломный проект содержит 102 листа машинописного текста, 24 таблицы, 9 рисунков, 21 использованный источник, приложения на 20 листах, графическую часть на 6 листах.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ТЕХНОЛОГИЯ, ЗАГОТОВКА, ДЕТАЛЬ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ.

В дипломном проекте разработаны предложения по проектированию технологического процесса механической обработки детали «Крышка червячного редуктора».

В экономической части дипломного проекта выполнен расчет экономической эффективности от внедрения станков с ЧПУ.

В методической части разработана программа урока теоретического обучения (переподготовки) фрезеровщиков 4 разряда на операторов станков с ЧПУ.

[illegible]

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	8
1.1. Служебное назначение и технологическая характеристика детали	8
1.1.1. Служебное назначение и описание конструкции детали	8
1.1.2. Технологичность детали	9
1.1.3. Характеристика материала детали	9
1.1.4. Определение типа производства	10
1.2. Анализ технологичности конструкции детали	12
1.3. Разработка технологии изготовления детали. Проектирование заготовки.....	14
1.3.1. Выбор исходной заготовки и метода её получения	14
1.3.2. Нумерация поверхностей	15
1.3.3. Формирование операций и маршрута обработки.....	17
1.3.4. Выбор технологических баз.....	18
1.3.5. Выбор схем базирования по операциям	19
1.3.6. Определение припусков на заготовку	21
1.3.7. Расчёт припусков	22
1.4. Обоснование и выбор оборудования	24
1.5. Фрагмент УП (операция 015).....	27
1.6. Технологические расчеты. Определение режимов резания	38
1.6.1. Определение норм времен. Методика определения норм времени	43
2. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	47
2.1. Описание предмета экономического обоснования.....	47
2.2. Исходные данные, необходимые для выполнения экономического обоснования	47
2.3. Расчет технико-экономических показателей	49
2.3.1. Определение капитальных вложений	49
2.3.2. Расчет технологической себестоимости детали	51
2.4. Определение уровня механизации труда на программных операциях	58

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ					Лист
										5
					Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

3. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	60
3.1. Анализ профессионального стандарта по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»	61
3.2. Анализ учебного плана и программы переподготовки по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»	65
3.3. Разработка методики и методического обеспечения занятия по теме «Программирование процесса обработки металлоизделий с применением вложенных циклов»	67
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	82
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	83
ПРИЛОЖЕНИЕ А – Лист задания на проектирование.....	85
ПРИЛОЖЕНИЕ Б – Перечень листов графических документов.....	86
ПРИЛОЖЕНИЕ В – Технологическая документация	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ О
ПРИЛОЖЕНИЕ Г – Комплект слайдов	2

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист
						6

ВВЕДЕНИЕ

Одной из важнейших отраслей промышленности считается машиностроение. Оно создает наиболее активную часть основных производственных фондов – орудия труда, следовательно, ускорение темпов его роста основа научно-технического процесса во всех отраслях хозяйства страны.

Возрождение и развитие отечественной машиностроительной промышленности невозможно без интенсификации производства на основе широкого использования достижений науки и техники, применения прогрессивных технологий. Повышение эффективности машиностроительного производства может быть осуществлено только путём его автоматизации и механизации, оснащения высокопроизводительным оборудованием.

Целью данной работы является разработка технологического процесса изготовления детали.

Для реализации цели необходимо решить ряд задач:

- расширение, углубление, систематизация и закрепление теоретических знаний;
- проектирование технологического процесса изготовления детали;
- проектирование средств технологического оснащения;
- расчет экономических показателей;
- разработка методики и методического обеспечения теоретического занятия.

Инов.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инов.№ дубл.	Подп. и дата	<div>процесса изготовления детали. Для реализации цели необходимо решить ряд задач:<ul style="list-style-type: none">расширение, углубление, систематизация и закрепление теоретических знаний;проектирование технологического процесса изготовления детали;проектирование средств технологического оснащения;расчет экономических показателей;разработка методики и методического обеспечения теоретического занятия.</div>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													</
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1. Служебное назначение и технологическая характеристика

1.1.1. Служебное назначение и описание конструкции детали

Наименование детали – «Крышка», изготавливается из серого чугуна СЧ 25, чистая масса составляет 478,8 кг, имеет следующие габариты: 1180x750x510 мм.

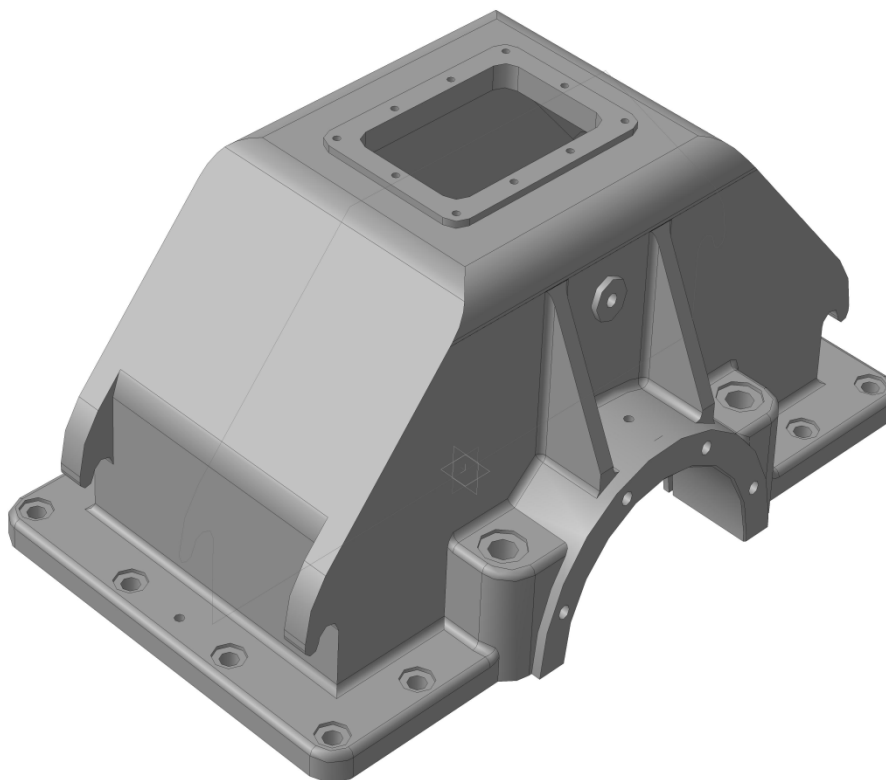


Рисунок 1 - Деталь «Крышка»

Для дипломного проектирования я выбрал деталь «Крышка», неотъемлемую часть червячного редуктора, предназначенную для забивки горных пород.

Деталь «Крышка» является крышкой корпуса червячного редуктора. Она устанавливается на основание корпуса редуктора, которое является плоскостью разъема. Центрирование крышки на корпусе редуктора

осуществляется двумя штифтовыми отверстиями диаметром 16H8, а крепление через 10 отверстий диаметром 28 в основание крышки. Крышка редуктора выполняет несколько функций. Первой является функция по определению взаимного положения частей механизма и обеспечению их взаимодействия. Вторая функция – защитная. Крышка предохраняет находящиеся внутри механизмы от внешних воздействий, таких как удары, вибрации, попадание влаги.

1.1.2. Технологичность детали

Крышка редуктора изготавливается из серого чугуна СЧ25 ГОСТ 1412-85.

Технологичность конструкции детали оценивается на качественном и количественном уровнях.

Качественная оценка производится по материалу, геометрии, форме, качеству поверхностей, по простановке размеров, по возможностям технологии изготовления.

Количественно оцениваются размеры и масса детали, годовая программа и объём партии выпуска.

Как отмечалось выше деталь изготавливается из серого чугуна имеет габаритные размеры 1180x750x510мм и массу 478,8 кг.

Деталь принадлежит к классу корпусных и относится к третьей группе сложности по ГОСТ 977 – 88.

Крышку редуктора целесообразно обработать на станке с ЧПУ.

Рабочий чертеж детали Крышки редуктора содержит полный перечень технических требований, предъявляемых к подобным деталям типа корпус. На чертеже представлены все необходимые размеры, виды и сечения для точного представления формы детали.

1.1.3. Характеристика материала детали

Деталь изготавливается из материала серый чугун СЧ25 ГОСТ 1412-85, относящегося к силуминам, в состав которого входят:

- Углерод – 3,3 – 3,5 %;

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Количественно оцениваются размеры и масса детали, Годовая программа и объём партии выпуска.	
					Как отмечалось выше деталь изготавливается из серого чугуна имеет габаритные размеры 1180x750x510мм и массу 478,8 кг.	
					Деталь принадлежит к классу корпусных и относится к третьей группе сложности по ГОСТ 977 – 88.	
					Крышку редуктора целесообразно обработать на станке с ЧПУ.	
					Рабочий чертеж детали Крышки редуктора содержит полный перечень технических требований, предъявляемых к подобным деталям типа корпус. На чертеже представлены все необходимые размеры, виды и сечения для точного представления формы детали.	
Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	1.1.3. Характеристика материала детали	
					Деталь изготавливается из материала серый чугун СЧ25 ГОСТ 1412-85, относящегося к силуминам, в состав которого входят:	
					<ul style="list-style-type: none">Углерод – 3,3 – 3,5 %;	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист
						9

- Кремний – 1,4 – 2,4 %;
- Марганец – 0,7 – 1,0%
- Фосфор не более – 0,2%;
- Сера не более – 0,15%.

Твердость 230НВ

Температура плавления 660 °С.

Из сплава отливают всеми способами литья детали малой и средней нагруженности. Это высокопрочный сплав с хорошими литейными свойствами.

Детали из такого сплава используют для конструкций, не подвергающихся нагреву.

Способность сплава выдерживать повышенное рабочее давление позволяет уменьшить размеры отливок, снизить массу и повысить экономичность в эксплуатации.

1.1.4. Определение типа производства

Вначале необходимо определить к какому классу относится деталь. Для этого необходимо рассчитать её массу. Определение массы детали производится путём построения объёмной модели детали в программе Компас 12 3D с последующим расчётом массы детали. Деталь имеет сложную пространственную форму, сочетающую множество конструктивных элементов, выступы, отверстия, радиусные участки и т. п.

По результатам компьютерного моделирования детали в одном из распространённых инженерных пакетов, учитывающего все конструктивные особенности, получаем точную цифру: **m=478,8кг**

Масса заготовки: **m=550 кг**

Тип производства условно можно определить, руководствуясь данными из таблицы 1.

Изн.№ подл.	Подп. и дата				Взам. инв. №	Изн.№ дубл.				Подп. и дата				
1.1.4. Определение типа производства														
<p>Вначале необходимо определить к какому классу относится деталь. Для этого необходимо рассчитать её массу. Определение массы детали производится путём построения объёмной модели детали в программе Компас 12 3D с последующим расчётом массы детали. Деталь имеет сложную пространственную форму, сочетающую множество конструктивных элементов, выступы, отверстия, радиусные участки и т. п.</p> <p>По результатам компьютерного моделирования детали в одном из распространённых инженерных пакетов, учитывающего все конструктивные особенности, получаем точную цифру: m=478,8кг</p> <p>Масса заготовки: m=550 кг</p> <p>Тип производства условно можно определить, руководствуясь данными из таблицы 1.</p>														
					ДП 44.03.04.634 ПЗ								Лист	
													10	
Изм. Лист № докум. Подп. Дата														

Таблица 1 – Определение годового выпуска деталей

Масса детали кг.	Объем годового выпуска деталей				
	Тип производства				
	единичное	мелкосерийное	среднесерийное	крупносерийное	массовое
<1	<10	10--2000	1500--100000	75000--200000	200000
1,0-2,5	<10	10--1000	1000--50000	50000--100000	100000
2,5-5,0	<10	10--500	500--35000	35000--75000	75000
5,0-10	<10	10--300	300--25000	25000--50000	50000
>10	<10	10--200	200--10000	10000--25000	25000

По таблице 1 определяем годовой выпуск детали. При весе детали 478,8 кг и среднесерийном типе производстве годовой выпуск деталей составит 200 штук.

Среднесерийное производство характеризуется ограниченной номенклатурой изделий, изготавливаемых периодически повторяющимися партиями и сравнительно большим объемом выпуска, чем при единичном типе производства.

При среднесерийном производстве используются универсальные станки для черновых операций, оснащенные как специальными, так и универсальными и универсально-сборными приспособлениями, а также оборудование с ЧПУ и обрабатывающие центры, что позволяет снизить трудоемкость и себестоимость изготовления изделия.

Определение размера партии деталей (шт.) определяется формулой (1)

$$n = \frac{N \cdot t}{\Phi}, \text{ шт.} \quad (1)$$

где N – годовой объем производства;

t – количество дней, на которое создаётся запас, равное 3 для среднесерийного производства при изготовлении лёгких деталей;

Φ – количество рабочих дней в году.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист
						11

Тогда объём партии составит

$$n = \frac{200 \cdot 3}{247} = 2,43 \text{ шт.}$$

Принимаем $n=3$ штук.

1.2. Анализ технологичности конструкции детали

Таблица 2 – Показатели технологичности

	Наименование частного показателя технологичности	Обозначение	Весовые коэффициенты
1	Показатель обрабатываемости материала.	Ком	0,5
2	Показатель сложности конструкции детали.	Ксл	0,7
3	Коэффициент точности и шероховатости поверхностей детали	Кпов	0,6
4	Показатель унификации конструктивных элементов.	Куэ	0,7
5	Показатель использования материала	Ким	0,8

В процессе выполнения работы необходимо определить три количественных показателя, характеризующих технологичность обрабатываемой детали.

В качестве первого показателя рассматривается коэффициент использования материала детали $K_{им}$. Этот показатель определяется по формуле (2) как отношение массы детали к массе заготовки:

$$K_{им} = \frac{M_{дет}}{M_{заг}} = \frac{478.8}{550} = 0.87 \quad (2)$$

$K_{им} > 0.87$ по критерию использования материала, деталь технологична.

В качестве второго показателя можно рассмотреть коэффициент точности обработки $K_{тч}$, который определяется по формуле (3)

$$K_{тч} = 1 - 5 \times \frac{\sum n_i}{\sum A \times n_i}, \quad (3)$$

$$K_{т.ч} = 1 - 5 \frac{29}{396} = 0,63$$

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ					Лист
										12

где A – квалитет точности обработки;

n_i – число размеров соответствующего квалитета точности;

5 – наивысший квалитет точности для механической обработки.

Таблица 3 - Количество размеров соответствующего квалитета точности

A	n	An
7	1	7
11	1	11
14	27	378
Итого:	29	396

$K_{т.ч} < 0,8$ по критерию точности обработки деталь не технологична.

В качестве третьего показателя рассматривается коэффициент шероховатости обрабатываемых поверхностей $K_{ш}$. Для его определения используется формулу (4).

$$K_{ш} = \frac{\sum n_i}{\sum \sigma \times n_i}, \quad (4)$$

$$K_{ш} = \frac{\sum I_i}{\sum \delta * I_i} = \frac{23}{80,19} = 0,29$$

где I_i – число поверхностей подлежащих механообработке

δ - признак величины шероховатости определяется по формуле (5).

$$\delta = 1 - \frac{\ln\left(\frac{R_{ai}}{80}\right)}{0,693}, \quad (5)$$

R_{ai} - шероховатость поверхности в мкм

80 – наибольшая высота микронеровностей в мкм

Таблица 4 – Количество поверхностей соответствующей шероховатости

Ra	Ii	δ	δI_i
25,0	14	2,68	37,5
12,5	2	3,68	7,4
6,3	5	4,67	23,3
2,5	2	6,00	12,0
Итого:	23		80,19

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист
						13
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Исходя из проведённого анализа по критерию шероховатости, следует, что деталь технологична т.к $K_{TII} = 0,29$.

Вывод: В ходе работы проведен анализ детали на технологичность, определен размер партии и программа выпуска.

Одной из основных характеристик определения типа производства является коэффициент закрепления операций.

Для среднесерийного производства он составляет:

$$10 < K_{30} \leq 20$$

$$K_{30} = \frac{\sum O}{\sum P} = \frac{31}{2} = 15,5 - \text{соответствует условию.}$$

где $\sum O$ - суммарное число различных операций.

$\sum P$ - суммарное число рабочих мест, на которых выполняются эти операции.

1.3. Разработка технологии изготовления детали.

Проектирование заготовки

1.3.1. Выбор исходной заготовки и метода её получения

Правильно выбрать заготовку - это определить рациональный метод ее получения, установить припуски на механическую обработку каждой из обрабатываемых поверхностей, целесообразность того или иного метода производства. Особенно важно выбрать вид заготовки и назначить наиболее оптимальные условия для ее изготовления в среднесерийном производстве, когда размеры детали получают автоматически, на настроенных станках. Всегда нужно стремиться к тому, чтобы форма и размеры заготовки приближались к форме и размерам детали. При правильно выбранном методе получения заготовки уменьшается механическая обработка, сокращается расход металла, режущего инструмента. Немаловажную роль при выборе заготовки играет размер и форма детали, относительно которых выбирают тот или иной метод получения заготовки.

Проектирование заготовки					Подп. и дата	
1.3.1. Выбор исходной заготовки и метода её получения					Инв.№ дубл.	
<p>Правильно выбрать заготовку - это определить рациональный метод ее получения, установить припуски на механическую обработку каждой из обрабатываемых поверхностей, целесообразность того или иного метода производства. Особенно важно выбрать вид заготовки и назначить наиболее оптимальные условия для ее изготовления в среднесерийном производстве, когда размеры детали получают автоматически, на настроенных станках. Всегда нужно стремиться к тому, чтобы форма и размеры заготовки приближались к форме и размерам детали. При правильно выбранном методе получения заготовки уменьшается механическая обработка, сокращается расход металла, режущего инструмента. Немаловажную роль при выборе заготовки играет размер и форма детали, относительно которых выбирают тот или иной метод получения заготовки.</p>					Взам. инв. №	
					Подп. и дата	
					Инв.№ подл.	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	
					Лист	
					14	

В данном случае, учитывая форму детали, материал, массу, объем выпуска наиболее рациональным способом получения заготовки является литьё в песчано-глинистые формы по деревянным моделям.

1.3.2. Нумерация поверхностей

Нумерацию поверхностей производим в предполагаемой последовательности обработки, согласно выработанной ранее концепции. При этом поверхности, имеющие размеры, расположенные в одной координатной плоскости, нумеруем характерным образом, например, только нечётными числами. Пронумеровав поверхности в одной плоскости, переходим к другой и нумеруем оставшиеся поверхности опять сначала. В конце нумеруем поверхности явно не относящиеся ни к одной плоскости оставшимися цифрами.

Такой метод нумерации поверхностей удобен для последующего проведения размерного анализа, который выполняется по координатным осям. Нумерация представлена на рисунке 2.

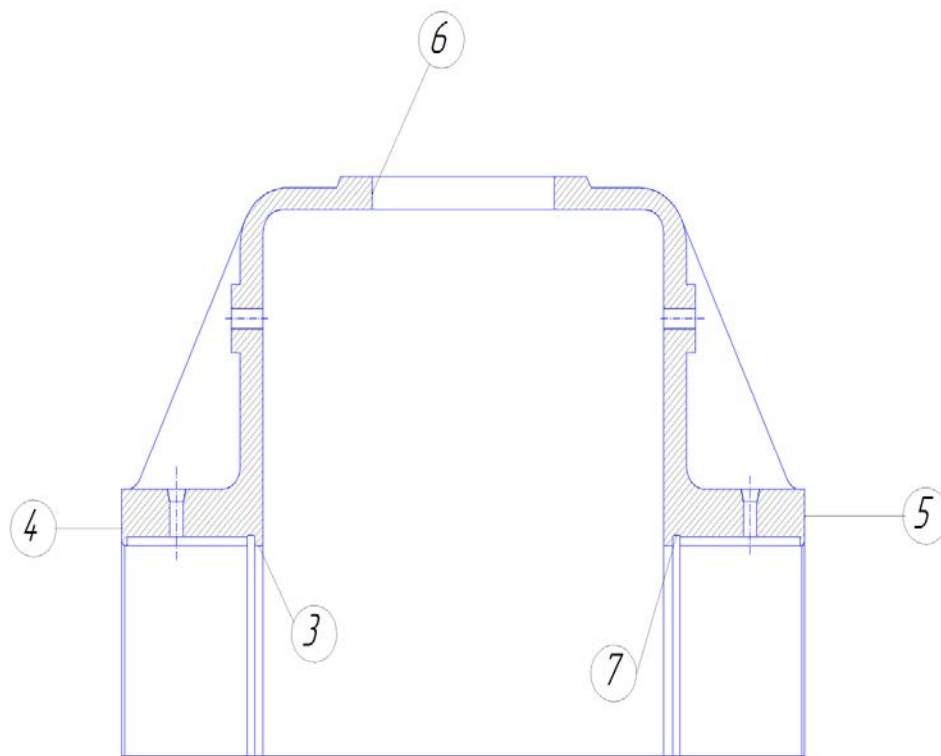


Рисунок 2 – Нумерация поверхностей

Изн.№ подл.	Подп. и дата				Лист
	Взам. инв. №				
	Инв.№ дубл.				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ
					15

осям. Нумерация представлена на рисунке 2.

Рисунок 2 – Нумерация поверхностей

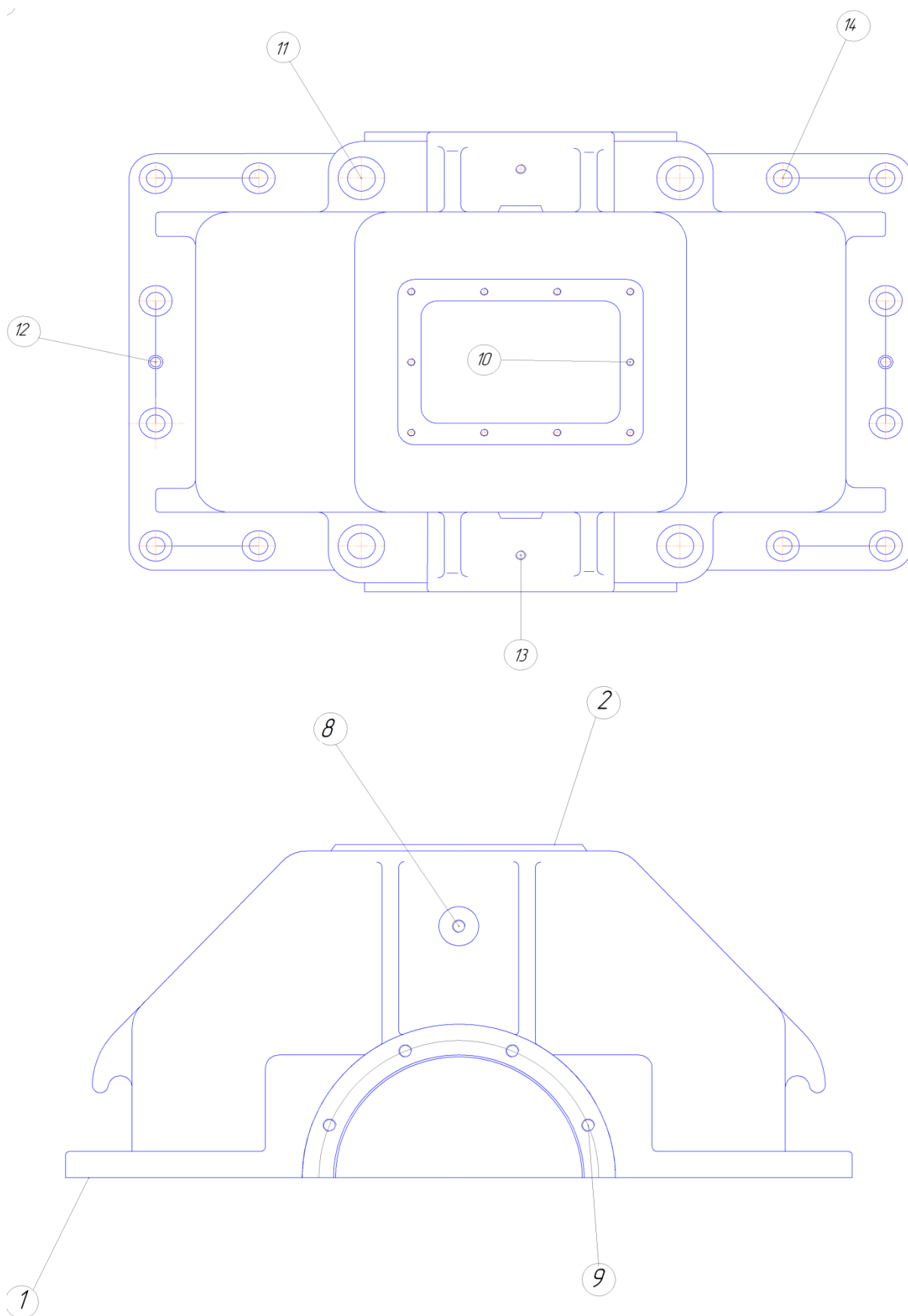


Рисунок 2 Продолжение – Нумерация поверхностей

Инв.№ подл.	Подп. и дата		Инв.№ дубл.		Взам. инв. №		Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.634 ПЗ

Таблица 5 – План последовательности обработки поверхностей

№ пов.	I этап		II этап		III этап	
	14-12 квалитет	> = Ra6,3	11-10 квалитет	Ra (6,3- 3,2)	9- 8квалитет	Ra (3,2- 1,6)
1	Фрезеровать		Фрезеровать начисто			
2	Сверлить, Рассверлить		Зенкеровать, Нарезать резьбу			
3	Расточить начерно				Расточить окончательно	
4	Подрезать торец предварительно		Подрезать торец начисто			
5	Подрезать торец предварительно		Подрезать торец начисто			
6	Фрезеровать					
7	Фрезеровать					
8	Фрезеровать Сверлить					
9	Сверлить		Нарезать резьбу			
10	Сверлить		Нарезать резьбу			
11	Сверлить Фрезеровать					
12	Сверлить					
13	Сверлить		Нарезать резьбу			
14	Сверлить Фрезеровать					

1.3.3. Формирование операций и маршрута обработки

На основании данных таблицы 6 определяются технологические операции с последующим синтезом схем базирования на каждой из операций.

Исходя из условий обработки поверхностей, было сформировано маршрутное описание технологического процесса из семи операций приведённых в таблице 6.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Таблица 6 – Маршрутное описание технологического процесса

№ опер.	Наименование операции	Номера обрабатываемых поверхностей
05	Термическая	
10	Разметочная	
15	Горизонтально фрезерная	1
20	Слесарная	
25	Комбинированная с ЧПУ	2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14
30	Слесарная	8
35	Контрольная	

1.3.4. Выбор технологических баз

В первую очередь необходимо подготовить чистовые базы для дальнейшей обработки. В первую очередь обрабатывается плоскость разъема крышки. Черновой базой при этом является литая поверхность крышки.

После чего деталь ставим на станок РАМА и начинаем обрабатывать оставшиеся поверхности, такие как наружные диаметры, фаски, подрезка торцов, сверление отверстий расположенных в торце крышки и отверстий, расположенных на ленточки крышки.

На последнем этапе производится нарезание резьбы в отверстиях расположенных в торце картера. Базы те же, что и при сверлении.

Принцип постоянства баз заключается в том, что для выполнения всех операций обработки заготовки используются одни и те же технологические базы. Осуществление этого принципа снижает погрешности взаимного расположения обработанных поверхностей. Необходимость соблюдения принципа постоянства баз объясняется тем, что смена баз сопровождается возникновением погрешностей установки. Поэтому в тех случаях, когда заготовку невозможно полностью обработать на одном станке и возникает необходимость обработки ее на других станках, то все технологические операции желательно выполнять на одной и той же технологической базе.

Суть принципа совмещения состоит в том, что в качестве технологических баз следует назначать поверхности, которые одновременно являются конструкторскими и измерительными базами.

Инов.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инов.№ дубл.	Подп. и дата	расположенных на ленточки крышки.					
					На последнем этапе производится нарезание резьбы в отверстиях расположенных в торце картера. Базы те же, что и при сверлении.					
					Принцип постоянства баз заключается в том, что для выполнения всех операций обработки заготовки используются одни и те же технологические базы. Осуществление этого принципа снижает погрешности взаимного расположения обработанных поверхностей. Необходимость соблюдения принципа постоянства баз объясняется тем, что смена баз сопровождается возникновением погрешностей установки. Поэтому в тех случаях, когда заготовку невозможно полностью обработать на одном станке и возникает необходимость обработки ее на других станках, то все технологические операции желательно выполнять на одной и той же технологической базе.					
					Суть принципа совмещения состоит в том, что в качестве технологических баз следует назначать поверхности, которые одновременно являются конструкторскими и измерительными базами.					
					ДП 44.03.04.634 ПЗ					Лист
										18
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

1.3.5. Выбор схем базирования по операциям

Выбор баз является одним из важнейших вопросов при разработке технологического процесса деталей, т.к. правильным выбором баз в значительной степени обеспечивается точность обработки. Особенно важно выбрать базовую поверхность для выполнения первой операции – черновую базу.

Операция 15 Горизонтально - фрезерная.

На рассматриваемом установе требуется обработать поверхность 1. Для ориентации (базирования) заготовки в качестве черновых баз выбраны необработанная поверхность фланца 23, прилив 3 и торец 13 (рисунок 3).

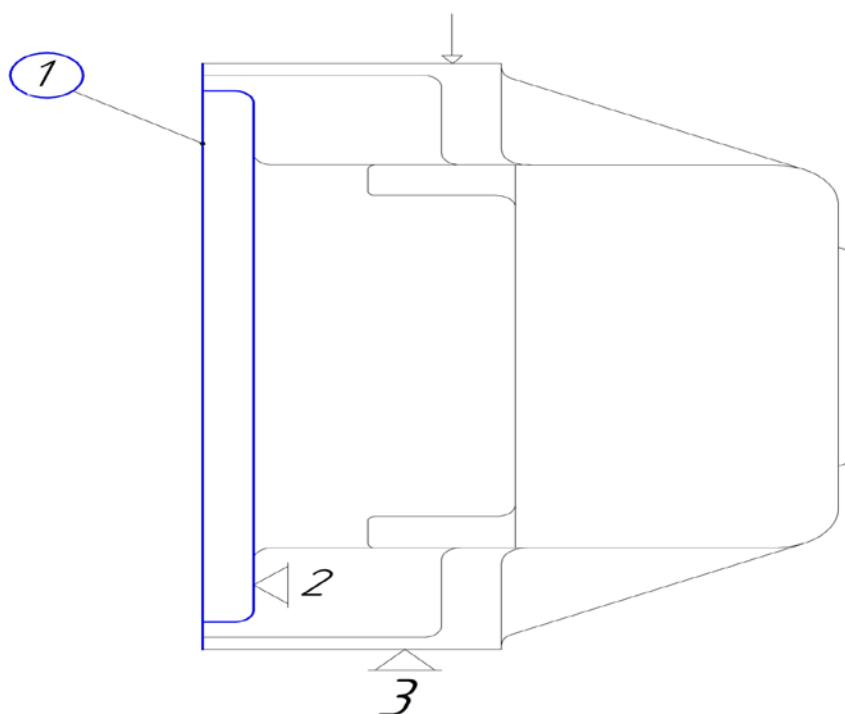


Рисунок 3 – Схема базирования заготовки на операции 15

Поверхность 4 является установочной базой, т.к. лишает заготовку трёх степеней свободы (перемещения вдоль одной оси и поворота относительно двух других осей). Торцевая поверхность крышки лишает заготовку двух степеней свободы, направляющая (вращение вокруг оси и перемещение вдоль оси).

Основания, послужившие для выбора черновых баз:

- 1) поверхности черновых баз обеспечивают достаточно устойчивое положение заготовки в приспособлении;

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ					Лист
										19
					Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

2) на данном установе ведётся обработка поверхностей, к точности и качеству которых не представляются высокие требования.

Эта схема установки обеспечивает неполную ориентацию заготовки в системе координат станка, т.к. заготовка оказывается лишенной пяти степеней свободы (двух перемещения и три поворота относительно координат осей). Данная ориентация достаточна для обеспечения точности всех обрабатываемых на операции поверхностей

Операция 25 Комбинированная с ЧПУ

На рассматриваемом установе требуется обработать поверхность 2,6,10,11,13,14,18,20,15,16,8. Для ориентации (базирования) заготовки в качестве баз выбраны обработанное основание, поверхность 1, два упора на поверхности 21 и упора на поверхности 22 (рисунок 4).

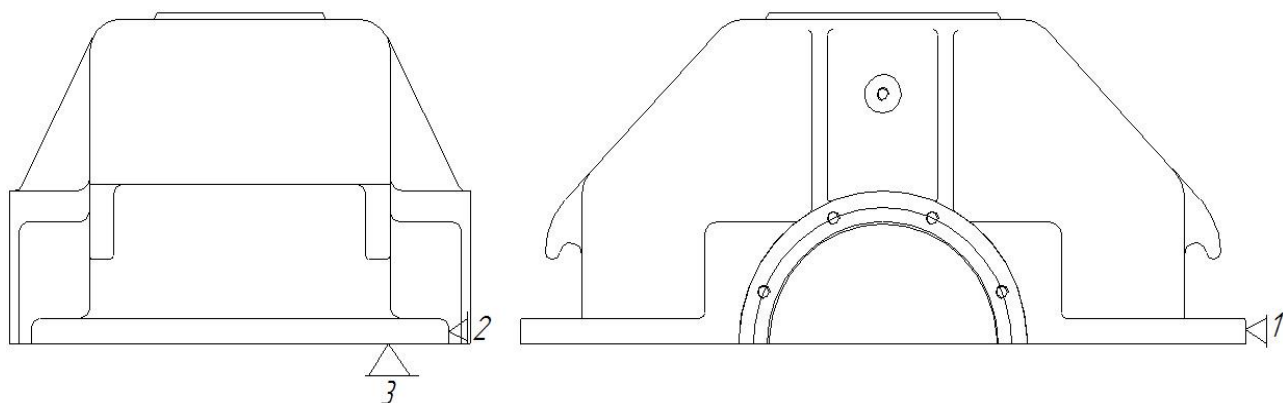


Рисунок 4 – Схема базирования заготовки операции 25

Поверхность 1 установочная база, т.к. лишает заготовку трёх степеней свободы (перемещения вдоль одной оси и поворота относительно двух других осей). Два упора на поверхности 21 (перемещение вдоль двух осей) и одного упора поверхности 22 (вращение вокруг оси).

Основания, послужившие для выбора черновых баз:

Эта схема установки обеспечивает полную ориентацию заготовки в системе координат станка, т.к. заготовка оказывается лишенной всех шести степеней свободы (три перемещения и три поворота относительно координат осей). Данная ориентация достаточна для обеспечения точности всех обрабатываемых на операции поверхностей.

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв.№ дубл.			
<p>Рисунок 4 – Схема базирования заготовки операции 25</p> <p>Поверхность 1 установочная база, т.к. лишает заготовку трёх степеней свободы (перемещения вдоль одной оси и поворота относительно двух других осей). Два упора на поверхности 21 (перемещение вдоль двух осей) и одного упора поверхности 22 (вращение вокруг оси).</p> <p>Основания, послужившие для выбора черновых баз:</p> <p>Эта схема установки обеспечивает полную ориентацию заготовки в системе координат станка, т.к. заготовка оказывается лишенной всех шести степеней свободы (три перемещения и три поворота относительно координат осей). Данная ориентация достаточна для обеспечения точности всех обрабатываемых на операции поверхностей.</p>						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист
						20

1.3.6. Определение припусков на заготовку

Размеры заготовки указаны на рисунке 5.

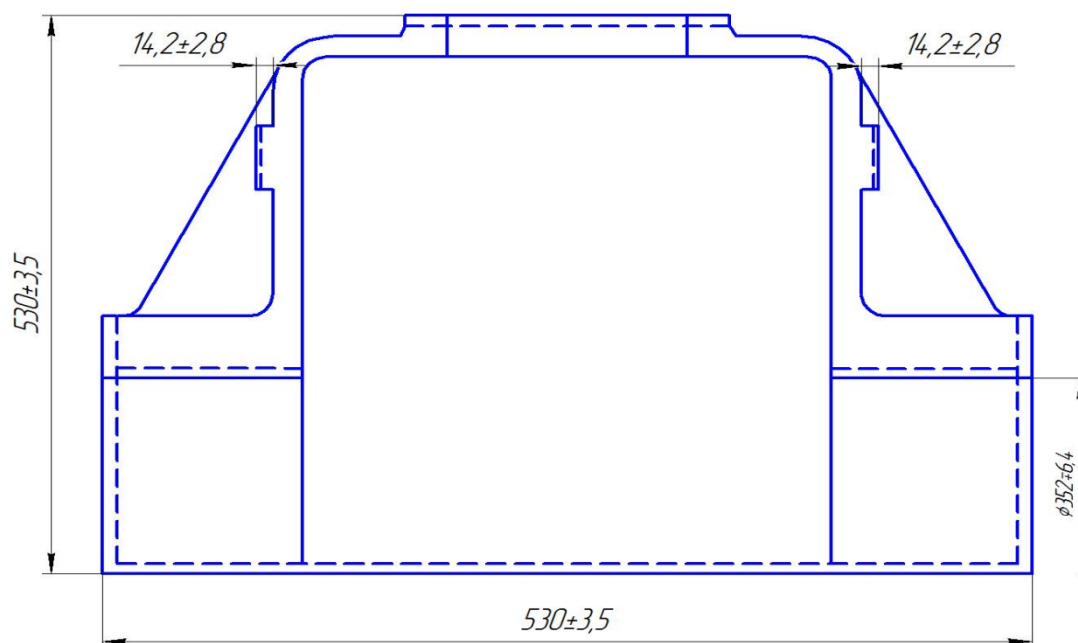


Рисунок 5 – Размеры заготовки

Классы точности размеров и масс и ряды припусков на механическую обработку отливок для различных способов литья определяются ГОСТ 26645-85.

В соответствии с материалом, выбранным методом литья и наибольшим габаритным размером классы точности размеров и масс детали попадают в интервал 8-13. Так как производство среднесерийное, то из имеющегося интервала классов точности выбираем среднее значение, равное 11. Также имеем интервал для ряда припусков. Выбираем среднее значение, равное 4 Класс точности: 11 Ряд припусков: 4

Согласно приведённым справочным таблицам и установленным ранее классу точности и ряду припусков назначаем припуски на обрабатываемые поверхности. Припуски представлены в таблице 7

Инов.№ подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инов.№ дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ДП 44.03.04.634 ПЗ

Таблица 7 – Определение припусков, допусков и размеров заготовки

№ припуска	Поверхность	Определяемый размер, мм.	Допуск линейных размеров, мм, при классе точности 7	Номинальный припуск на сторону, мм, для ряда 3	Расчётный размер отливки
Z1	1	510	7	10	530±3,5
Z2	2		7	10	
Z3	4	750	8	12	774±4
Z4	5		8	12	
Z5	6	Ø 370	6,4	9	Ø 352±6,4
Z6	15	10	2,8	4,2	14,2±2,8
Z7	16	10	2,8	4,2	14,2±2,8

1.3.7. Расчёт припусков

Расчет припусков выполняется расчетно-аналитическим методом. Он позволяет более точно рассчитать значения припусков и используется для изделий массового и серийного производства.

Минимальный припуск рассчитывают по формулам (см. ниже) с использованием расчётной карты для каждой обрабатываемой поверхности. В расчётной карте указывают размер, определяющий положение обрабатываемой поверхности, и технологические переходы в порядке их выполнения при обработке; для каждого перехода записывают значения Rz, hΔ, ε. Параметры качества поверхности на конечном технологическом переходе принимают по чертежу детали.

Расчётные формулы для определения припуска берутся из [16].

Минимальный припуск (мм) при последовательной обработке противоположащих поверхностей (односторонний припуск):

$$z_{i\min} = (Rz + h)_{i-1} + \Delta_{\Sigma i-1} + \varepsilon_i, \text{ мм}$$

(6)

где Rz – высота неровностей профиля;

h – глубина дефектного поверхностного слоя;

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист
						22
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Δ - суммарные отклонения расположения поверхности (отклонения от параллельности, перпендикулярности) и отклонения формы поверхности (коробление, смещение);

ε_i - погрешность установки заготовки на выполняемом переходе (определяется по данным).

Для иллюстрации методики расчёта приводятся пример:

1. Поверхность 1, этап обработки 1 (фрезерование):

Состояние поверхности на предшествующем переходе – отливка:

$Rz+h=500$ мкм, отклонение от параллельности=240 мкм, коробление составляет 480 мкм.

Погрешность установки заготовки на выполняемом переходе ε составляет 430 мкм.

Тогда

$$z_{2\min} = [(500) + 240 + 480 + 430]/1000 = 1,65 \text{ мм}$$

Форма расчётной карты для определения припусков берётся из [16].

Таблица 8 – Расчётная карта для определения припусков

№ пов-ти	Наибольший размер	Маршрут обработки элементарной поверхности	Элементы припуска, мкм.					Расчётный припуск zmin , мм	№ припуска при размерном анализе	
			Rz	h	Δ, в том числе					ε
					Δот.пар. или пер.	Δкор.	Δс м.			
1	40	Отливка	500		240	480				
		1. Фрезеровать однократно	100	100			430	1.65	Z1	
2	510	Отливка	500		20	40				
		1. Фрезеровать однократно	100	100			42,5	1.0	Z2	
4,5	750	Отливка	500		65	130				
		1. Фрезеровать однократно	100	100			0	0,7	Z3 Z4	
15 16	10	Отливка	500		15	30				
		1. Фрезеровать однократно	100	100			42,5	1.0	Z6 Z7	
6	Ø370	Отливка	500		400	136				
		1. Расточить предварительно	100	100			80	1,2	Z5	
		2. Расточить окончательно	50	50			80	0,3	Z5	

Изн.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Изн.№ дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист
						23

1.4. Обоснование и выбор оборудования

Операция 015 Горизонтально-фрезерная

Для выполнения этой операций выбран вертикально-фрезерный станок модели 6М610МФ4 с ЧПУ и автоматической сменой инструмента (рисунок 6). Заготовка устанавливается в приспособление. Осуществляется обработка поверхности 1, 16, 22 для базирования на дальнейших этапах обработки.

В соответствии с повышением эффективности технологического процесса выбран станок 6М610МФ4, а его краткая техническая характеристика приведена ниже.

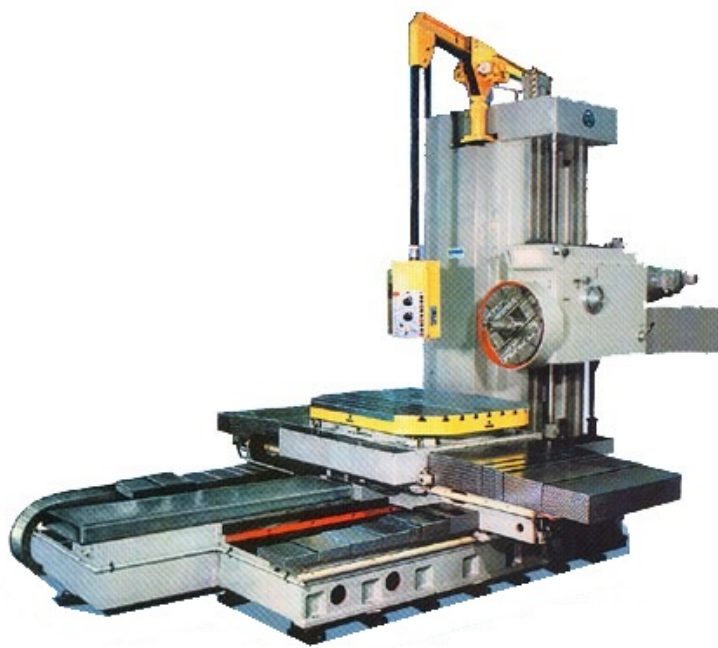


Рисунок 6 – Горизонтально-расточной станок 2А615

Технические характеристики:

Горизонтально-расточной станок 2А615– универсальный, предназначен для обработки корпусных деталей с точными отверстиями, связанными между собой точными межосевыми расстояниями. На них можно производить сверление, растачивание, зенкерование и развертывание отверстий, фрезерование плоскостей и пазов, а также обтачивание торцов, растачивание отверстий и обработку кольцевых канавок радиальным суппортом планшайбы. Станки предназначены для работы в инструментальных и механических цехах.

Инв.№ подл.	Подп. и дата				Взам. инв. №	Инв.№ дубл.				Подп. и дата															
																									
<p>Рисунок 6 – Горизонтально-расточной станок 2А615</p>																									
<p>Технические характеристики:</p>																									
<p>Горизонтально-расточной станок 2А615– универсальный, предназначен для обработки корпусных деталей с точными отверстиями, связанными между собой точными межосевыми расстояниями. На них можно производить сверление, растачивание, зенкерование и развертывание отверстий, фрезерование плоскостей и пазов, а также обтачивание торцов, растачивание отверстий и обработку кольцевых канавок радиальным суппортом планшайбы. Станки предназначены для работы в инструментальных и механических цехах.</p>																									

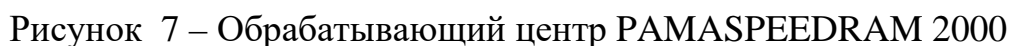
Технические характеристики:

Диаметр выдвижного шпинделя, мм	80
Мощность главного привода, кВт	11
Скорость вращения шпинделя, мин-1	20 - 1600
Скорость вращения планшайбы, мин-1	6,3 - 200
Наибольший момент на выдвижном шпинделе, Нм	865
Размеры поворотного стола, мм	900 x 710 / 1000 x 1000
Наибольший момент на планшайбе, Нм	1300
Исполнение конуса шпинделя	40AT5, Морзе 5
Перемещение стола поперечное (X), мм	1300
Перемещение шпиндельной бабки вертикальное (Y), мм	900
Перемещение стола продольное (Z), мм	1000
Перемещение шпинделя продольное (W), мм	500
Перемещение суппорта планшайбы (U), мм	125
Пределы подач, мм/мин	1.26 - 2000
Пределы подач суппорта встроенной планшайбы, мм/мин	0,5 - 800
Скорость быстрых перемещений шпинделя, бабки, стола, мм/мин	5000
Скорость быстрых перемещений суппорта встроенной планшайбы, мм	2000
Усилие подачи шпинделя, кН	7,5
Усилие подачи стола, кН	10000
Поворотный стол - вращение (B), град	360
Грузоподъёмность стола, кг	2000
Габаритные размеры в стандартном исполнении (L x B x H), мм	4518 x 2590 x 2585
Общая масса станка, кг	8500

Операция 025

Для выполнения этой операций выбран Обрабатывающий центр RAMASPEEDRAM 2000 (рисунок 7).

Ив.№ подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №	Ив.№ дубл.	Подл. и дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист
						25
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		



Технические характеристики

2000

Рабочая зона

Продольное перемещение колонны
(X-ось), мм

$$4000 + N^{\circ} \times 1000$$

Вертикальное перемещение
шпиндельного узла
(Y-ось), мм

3000-5000

Осевое перемещение ползуна
(Z-ось), мм

1200

Осевое

перемещение расточного шпинделя
(W-ось), мм

1000

Общее осевое перемещение осей Z+W,
мм

2200

Шпиндель передней бабки

Диаметр расточного шпинделя, мм

160-180

Сечение ползуна

400x440

Частота вращения шпинделя, об/мин

3500-2500

Мощность привода шпинделя (S1/S2),
кВт

37

Скорость перемещений

Скорость быстрых перемещений по осям X-Y-Z, мм/мин

30000

Скорость быстрых перемещений по W-оси, мм

15000

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Вертикальное перемещение шпиндельного узла (Y-ось), мм	3000-5000																			
					Осевое перемещение ползуна (Z-ось), мм	1200																			
					Осевое перемещение <u>расточного</u> шпинделя (W-ось), мм	1000																			
					Общее осевое перемещение осей Z+W, мм	2200																			
					Шпиндель передней бабки																				
					Диаметр расточного шпинделя, мм	160-180																			
					Сечение ползуна	400x440																			
					Частота вращения шпинделя, об/мин	3500-2500																			
					Мощность привода шпинделя (S1/S2), кВт	37																			
					Скорость перемещений																				
Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Скорость быстрых перемещений по осям X-Y-Z, мм/мин	30000																			
					Скорость быстрых перемещений по W- оси, мм	15000																			
<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td rowspan="3">ДП 44.03.04.634 ПЗ</td><td>Лист</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Изм.</td><td>Лист</td><td>№ докум.</td><td>Подп.</td><td>Дата</td><td></td><td>26</td></tr></table>											ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист							Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		26
					ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист																			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			26																		

Для дальнейшей обработки выбран обрабатывающий центр РАМА SPEEDRAM 2000. На столах-спутниках можно расположить одновременно заготовки для выполнения операции 15. Станок укомплектован вертикальной головкой, что позволяет выполнить обработку детали полностью.

1.5. Фрагмент УП (операция 015)

Программа составлена на стойке SINUMERIK 840D, выполнена симуляция программы на станке PAMASPEEDRAM 2000. Используются стандартные циклы сверления и нарезания резьбы. Карта траекторий инструмента прилагается (приложение Б).

N1 L142; YGLOVAIA GOLOVKA

N2 T1 D1 M6; FREZA D=125

N3 G54 G17 G90

N4 ROT X-90; POVOROT OSI

N5 G0 V0 B0

N6 G0 Z550

N7 M3 S320 M8

N8 G0 X0 Y0

N9 G0 Z510

N10 G1 G41 X185 F784

N11 Y135

N12 X-185

N13 Y-135

N14 X185

N15 Y0

N16 X0

N17 G0 G40 Z550

N18 M5 M9

N19 TRANS

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ					Лист
										27
					Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

N20 T2 D1 M6; SVERLO CHENTROVOCNOE D=20

N21 G90 G54 G17

N22 ROT X-90; POVOROT OSI

N22 ATRANS Z510; SMESHENIE NOLEVOI TOCKI

N23 G0 Z100

N24 G0 V0 B0

N25 M3 S900 F90 M8

N26 G0 X55 Y-115

N27 MCALL CYCLE(100,0,3,-6,0,0)

N28 X55 Y-115

N29 X165 Y-115

N30 X165 Y0

N31 X165 Y115

N32 X55 Y115

N33 X-55 Y115

N34 X-165 Y155

N35 X-165 Y0

N36 X-165 Y-115

N37 X-55 Y-115

N38 MCALL

N39 G0 Z100

N40 M5 M9

N41 TRANS

N42 T3 D1 M6; SVERLO D=10.2

N43 G90 G54 G17

N44 ROT X-90; POVOROT OSI

N45 ATRANS Z510; SMESHENIE NOLEVOI TOCKI

N46 G0 Z100

N47 G0 V0 B0

Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв.№ подл.	N34 X-165 Y155																			
					N35 X-165 Y0																			
					N36 X-165 Y-115																			
					N37 X-55 Y-115																			
Инв.№ дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв.№ подл.	N38 MCALL																				
				N39 G0 Z100																				
				N40 M5 M9																				
Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв.№ подл.	N41 TRANS																			
					N42 T3 D1 M6; SVERLO D=10.2																			
					N43 G90 G54 G17																			
Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв.№ подл.	N44 ROT X-90; POVOROT OSI																			
					N45 ATRANS Z510; SMESHENIE NOLEVOI TOCKI																			
					N46 G0 Z100																			
					N47 G0 V0 B0																			
<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td rowspan="3">ДП 44.03.04.634 ПЗ</td><td>Лист</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>28</td></tr><tr><td>Изм.</td><td>Лист</td><td>№ докум.</td><td>Подп.</td><td>Дата</td><td></td></tr></table>											ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист						28	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
					ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист																		
						28																		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата																				

N48 M3 S700 F84 M8

N49 G0 X55 Y-115

N50 MCALL CYCLE(100,0,3,-29,0,0)

N51 X55 Y-115

N52 X165 Y-115

N53 X165 Y0

N54 X165 Y115

N55 X55 Y115

N56 X-55 Y115

N57 X-165 Y155

N58 X-165 Y0

N59 X-165 Y-115

N60 X-55 Y-115

N61 MCALL

N62 G0 Z100

N63 M5 M9

N64 TRANS

N65 T4 D1 M6; REZBOFREZA

N66 G90 G54 G17

N67 ROT X-90; POVOROT OSI

N68 ATRANS Z510; SMESHENIE NOLEVOI TOCKI

N69 G0 Z100

N70 G0 V0 B0

N71 M3 S1400 M8

N72 G0 X55 Y-115

N73 MCALL CYCLE84(153,150,3,115,,0,3,,1.5,0,100,100,3,1,0,0,,)

N74 X55 Y-115

N75 X165 Y-115

N76 X165 Y0

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	N63 M5 M9	
					N64 TRANS	
					N65 T4 D1 M6; REZBOFREZA	
					N66 G90 G54 G17	
Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	N67 ROT X-90; POVOROT OSI	
					N68 ATRANS Z510; SMESHENIE NOLEVOI TOCKI	
					N69 G0 Z100	
					N70 G0 V0 B0	
Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	N71 M3 S1400 M8	
					N72 G0 X55 Y-115	
					N73 MCALL CYCLE84(153,150,3,115,,0,3,,1.5,0,100,100,3,1,0,0,,)	
					N74 X55 Y-115	
Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	N75 X165 Y-115	
					N76 X165 Y0	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист
						29

N77 X165 Y115
 N78 X55 Y115
 N79 X-55 Y115
 N80 X-165 Y155
 N81 X-165 Y0
 N82 X-165 Y-115
 N83 X-55 Y-115
 N84 MCALL
 N85 G0 Z100
 N86 M5 M9
 N87 TRANS
 N88 T5 D1 M6; SVERLO D=28
 N89 G90 G54 G17
 N90 ROT X-90
 N91 ATRAN Z40
 N92 G0 Z100
 N92 M3 S1648 F313 M8
 N93 G0 X550 Y-300
 N94 MCALL CYCLE(100,0,3,-29,0,0)
 N95 X550 Y-300
 N96 X395 Y-300
 N97 X240 Y-300
 N98 X-240 Y-300
 N99 X-395 Y-300
 N100 X-550 Y-300
 N101 MCALL
 N102 G0 Z300
 N103 G0 V600
 N104 G55

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	N92 G0 Z100	Подп. и дата	
					N92 M3 S1648 F313 M8		
					N93 G0 X550 Y-300		
					N94 MCALL CYCLE(100,0,3,-29,0,0)		
Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	N95 X550 Y-300	Подп. и дата	
					N96 X395 Y-300		
					N97 X240 Y-300		
					N98 X-240 Y-300		
Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	N99 X-395 Y-300	Подп. и дата	
					N100 X-550 Y-300		
					N101 MCALL		
					N102 G0 Z300		
Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	N103 G0 V600	Подп. и дата	
					N104 G55		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ		Лист
							30

N163 ROT X-90
 N164 ATRAN Z470
 N165 G0 Z100
 N166 M3 S650 F100 M8
 N167 G0 X0 Y-300
 N168 MCALL CYCLE(100,0,3,-29,0,0)
 N169 X0 Y-300
 N170 MCALL
 N171 G0 Z300
 N172 G0 V600
 N173 G57
 N174 G0 B0
 N175 V0
 N176 G0 X0 Y-300
 N177 MCALL CYCLE(100,0,3,-29,0,0)
 N178 X0 Y-300
 N179 MCALL
 N180 M5 M9
 N181 TRANS
 N182 T7 D1 M6; FREZA D=40
 N183 G90 G57 G17
 N184 ROT X-90
 N185 ATRAN Z160 X240 Y-300
 N186 LABEL1:
 N187 G0 G41 Z200
 N188 M3 S1000 M8
 N189 G0 X0 Y0
 N190 G1 Z-5 F2000
 N191 G1 X35 F400

Инв.№ подл.	Подп. и дата				Инв.№ дубл.	Подп. и дата				Взам. инв. №	Инв.№ дубл.				Подп. и дата			
N178 X0 Y-300																		
N179 MCALL																		
N180 M5 M9																		
N181 TRANS																		
N182 T7 D1 M6; FREZA D=40																		
N183 G90 G57 G17																		
N184 ROT X-90																		
N185 ATRAN Z160 X240 Y-300																		
N186 LABEL1:																		
N187 G0 G41 Z200																		
N188 M3 S1000 M8																		
N189 G0 X0 Y0																		
N190 G1 Z-5 F2000																		
N191 G1 X35 F400																		

N192 G2 I-35
 N193 G0 G40 Z200
 N194 ENDLABEL1:
 N195 ATRANS X-480
 N196 REPEAT LABEL1
 N197 TRANS
 N198 G0 V600
 N199 G54 G0 B0
 N200 G0 V0
 N201 ROT X-90
 N202 ATRANS Z160 X240 Y-300
 N203 REPEAT LABEL1
 N204 ATRANS X-480
 N205 REPEAT LABEL1
 N206 TRANS
 N207 T8 D1 M6; FREZA D=25
 N208 G90 G54 G17
 N209 ROT X-90
 N210 ATRAN Z40 X550 Y-300
 N211 LABEL2:
 N212 G0 G41 Z200
 N213 M3 S1200 M8
 N214 G0 X0 Y0
 N215 G1 Z-5 F2000
 N216 G1 X25 F480
 N217 G2 I-25
 N217 G0 G40 Z200
 N218 ENDLABEL2:
 N219 ATRANS X-155

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Инв.№ подл.	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	
-------------	--------------	--------------	-------------	--------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	--

N220 REPEAT LABEL2
 N221 ATRANS X-790
 N222 REPEAT LABEL2
 N223 ATRANS X-155
 N224 REPEAT LABEL2
 N225 TRANS
 N226 G0 V600
 N227 G55 G0 B0
 N228 G0 V0
 N229 ROT X-90
 N230 ATRANS Z40 X100 Y-550
 N231 REPEAT LABEL2
 N232 ATRANS X-200
 N233 REPEAT LABEL2
 N234 TRANS
 N235 G0 V600
 N236 G56 G0 B0
 N237 G0 V0
 N228 ROT X-90
 N239 ATRANS Z40 X100 Y-550
 N240 REPEAT LABEL2
 N241 ATRANS X-200
 N242 REPEAT LABEL2
 N243 TRANS
 N244 G0 V600
 N245 G57 G0 B0
 N246 G0 V0
 N247 ROT X-90
 N248 ATRANS 40 X550 Y-300

Инв.№ подл.	Подп. и дата		Инв.№ дубл.		Взам. инв. №		N235 G0 V600	
							N236 G56 G0 B0	
							N237 G0 V0	
							N228 ROT X-90	
Подп. и дата	Инв.№ дубл.		Взам. инв. №		N239 ATRANS Z40 X100 Y-550			
					N240 REPEAT LABEL2			
					N241 ATRANS X-200			
					N242 REPEAT LABEL2			
Подп. и дата	Инв.№ дубл.		Взам. инв. №		N243 TRANS			
					N244 G0 V600			
					N245 G57 G0 B0			
					N246 G0 V0			
Инв.№ подл.	Подп. и дата		Инв.№ дубл.		N247 ROT X-90			
					N248 ATRANS 40 X550 Y-300			
Изм.		Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ		Лист
								35

N305 G0 Z450

N306 M3 S700 M8

N307 G0 X0 Y385

N308 G0 Z255

N309 G1 Z200 F120

N310 G0 Z450

N311 M5 M9

N312 T10 D1 M8; REZBOFREZA

N313 G90 G54 G17

N314 G0 Z450

N315 G0 X0 Y385

N316 CYCLE84(153,150,3,115,,0,3,,1.5,0,100,100,3,1,0,0,,)

N317 G0 Z450

N318 M5 M9

N319 M30

1.6. Технологические расчеты. Определение режимов резания

Режимы резания назначаются в следующем порядке

- 1) глубина резания (L)
- 2) Подача (S)
- 3) Скорость резания (V)
- 4) Частота вращения шпинделя (n)
- 5) Сила резания (P)

Подача назначается исходя из шероховатости поверхности, которую требуется получить на данном переходе, или прочности инструмента. Скорость резания рассчитывается или выбирается по таблицам исходя из принятых глубин резания, подачи и выбранного периода стойкости инструмента.

Режимы резания при обтачивании наружных цилиндрических поверхностей. Глубина резания определяется припуском на обработку.

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	1.6. Технологические расчеты. Определение режимов резания
					Режимы резания назначаются в следующем порядке
					1) глубина резания (L)
					2) Подача (S)
					3) Скорость резания (V)
					4) Частота вращения шпинделя (n)
					5) Сила резания (P)
					Подача назначается исходя из шероховатости поверхности, которую требуется получить на данном переходе, или прочности инструмента. Скорость резания рассчитывается или выбирается по таблицам исходя из принятых глубин резания, подачи и выбранного периода стойкости инструмента.
					Режимы резания при обтачивании наружных цилиндрических поверхностей. Глубина резания определяется припуском на обработку.
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

ДП 44.03.04.634 ПЗ

Лист38

Следует стремиться вести обработку в один рабочий ход. Минимальное число рабочих ходов определяется мощностью станка и заданной точностью обработки. При черновом точении глубина резания назначается максимальной равная всему припуску. При чистовой обработки глубина резания назначается в зависимости от требуемой степени точности и значения шероховатости. Подачу рекомендуют выбирать для данных условия обработки максимально возможную. Значение подачи при черновом точении зависит от обрабатываемого материала, жесткости, технологической системы станка, размера заготовки и глубины резания, определяющая стойкость инструмента и прочность режущей кромки, при полустовом и чистовом точении – от шероховатости поверхности.

Скорость резания допускаемая инструментом, определяется стойкостью резца, глубиной резания, подачей, твердостью обрабатываемого материала. Средняя стойкость резца принимается 30-90 мин. Скорость резания берут по таблицам, а частоту вращения обрабатываемой заготовки рассчитывают по формуле.

Расчёт режимов резания:

В качестве примера рассмотрен переход: фрезеровать поверхность 1

Обработка выполняется торцевой фрезой 2214-0275 200 ВК6 ГОСТ 26595-85 D=200мм L=63 d=60мм Z=12

Режимы резания:

Скорость резания (V) определяется по формуле (7)

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u Z^p} \times K_v \quad (7)$$

$$V = \frac{445 \times 200^{0,2}}{240^{0,32} \times 2,4^{0,15} \times 0,24^{0,35} \times 160^{0,2} \times 12^0} \times 0,75 = 126 \text{ м / мин}$$

Ив.№ подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №	Ив.№ дубл.	Подл. и дата	<p>ДП 44.03.04.634 ПЗ</p>					Лист
										39
					Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

$$C_v = 445 \quad [12]$$

$$q = 0,2$$

$$x = 0,15$$

$$y = 0,35$$

$$u = 0.2$$

$$p = 0$$

$$m = 0,32$$

$$S = 0,24 \quad [12]$$

$$T = 240 \quad [12]$$

$$D = 200$$

$$t = 3$$

$$z = 12$$

Поправочный коэффициент на скорость резания определяется формулой (8):

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv}, \quad (8)$$

$$K_v = 0,94 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,75$$

K_{mv} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемой детали и рассчитывается по формуле (9):

$$K_{mp} = \left(\frac{190}{\delta} \right)^n \quad (9)$$

$$K_{mp} = \left(\frac{190}{200} \right)^{1,25} = 0,94$$

$K_{nv} = 0,8$ коэффициент, учитывающий состояние поверхности [37];

$K_{uv} = 1$ коэффициент, учитывающий материал инструмента [37].

Сила резания P_z определяется формулой (10):

$$P_z = \frac{10 \cdot C_{pt}^x \cdot S_z^y \cdot B^n \cdot z}{D^q \cdot n^w} \times K_{mp}, \quad (10)$$

где C_p – глубина резания, мм;

t – глубина резания, мм;

S_z – подача на зуб, мм/зуб;

B – ширина фрезерования, мм;

z – количество зубьев, шт;

D – диаметр фрезы, мм;

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ					Лист
										40
					Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

n – частота вращения шпинделя, об/мин ;

K_{MP} – поправочный коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала [36].

$$P_z = \frac{10 \times 54,5 \times 5^{0,9} \times 0,14^{0,74} \times 160^1 \times 7}{200^{1,0} \times 135^0} \times 1,05 = 2984,9 \text{ Н}$$

$$C_p = 54,5 \text{ [37]}$$

$$t = 5$$

$$S_z = 0,14$$

$$B = 160$$

$$z = 7$$

Показатели степеней определяются по справочнику [36].

$$K_{mp} = 1,05$$

$$D = 200$$

$$X = 0,9$$

$$y = 0,74 \quad q = 1,0$$

$$u = 1,0 \quad w = 0$$

Поправочный коэффициент на качество обрабатываемого материала определяется по формуле (11):

$$K_{mp} = \left(\frac{\delta}{190} \right)^n \quad (11)$$

$$K_{mp} = \left(\frac{200}{190} \right)^1 = 1,05$$

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 * 126}{3.14 * 200} = 200 \text{ об/мин}$$

Крутящий момент $M_{кр}$ на шпинделе определяется по формуле (12):

$$M_{кр} = \frac{P_z * D}{2100}, \quad (12)$$

$$M_{кр} = \frac{2984 * 200}{2 * 100} = 2984 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Мощность резания N_p определяется по формуле (13):

$$N_p = \frac{P_z * V}{1020 * 60}, \quad (13)$$

$$N_p = \frac{2984 * 83}{1020 * 60} = 4,1 \text{ кВт}$$

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ					Лист
										41
					Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

Эффективная мощность резания не превышает мощность станка, следовательно, принятые режимы резания являются допустимыми.

Все остальные расчёты произведены в программах:

Расчёт режимов резания и норм времени Авторы: Ширунов В.В. Савин А.И. ОАО «Уралмашзавод» 2002

Аналитический расчёт режимов резания при фрезеровании (Виталий Лаврентиков 2004). Аналитический расчёт режимов резания при сверлении (Верховская Ольга Петровна).

Элементы режимов резания для операций технологического процесса отображены в таблице 9.

Таблица 9 – Результаты режимов резания

Операционный переход	Размер об-ки	Материал рез части	t мм	S мм/об	t _о	V	n
1	2	3	4	5	6	7	8
Фрезеровать пов. 1	1180x750	BK8	5	1,68	12	126	200
Фрезеровать пов. 2	370x270	SBMR 8240	5	2,45	2	126	320
Центровать отв. пов. 10	Ø 12	1020	6	0,1	0,03	34	900
Сверлить отв. пов. 10	Ø10,2 ^{+0,3}	1020	5,1	0,12	0,56	22	700
Сверлить отв. пов. 13	Ø14,7	1020	7,35	0,15	0,64	30	650
Сверлить отв. пов. 14	Ø28	D8330	14	0,19	0,13	145	1648
Сверлить отв. пов. 11	Ø42	D8330	21	0,26	0,57	145	1100
Фрезеровать пов. 20	Ø50	8240	5	0,4	0,32	94	1200
Фрезеровать пов. 18	Ø70	8240	5	0,4	0,55	126	1000
Фрезеровать резьбу в отв. пов. 10	M12-7H	1011	1,75	1,75	1,7	53	1400
Фрезеровать пов. 4	Ø470	8240	5	2,45	1	126	320
Фрезеровать пов. 16	Ø60	8240	5	2,45	0,1	126	320
Сверлить отв. пов. 8	Ø17,4	1020	8,7	0,17	0,17	92	700
Нарезать резьбу пов. 8	M20-7H	1011	2,5	2,5	2,2	88	1400
Фрезеровать пов. 5	Ø470	8240	5	2,45	1	126	320
Фрезеровать пов. 15	Ø60	8240	5	2,45	0,1	126	320
Сверлить отв. пов. 8	Ø17,4	1020	8,7	0,17	0,17	92	700
Нарезать резьбу пов. 8	M20-7H	1011	2,5	2,5	2,2	88	1400

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист
						42

1.6.1.Определение норм времен. Методика определения норм времени

Техническое норма времени – это минимальное необходимое время выполнения операции в определенных, наиболее благоприятных организационно – технических условий.

Норма времени при выполнении станочных работ состоит из нормы подготовительно – заключительного времени и нормы штучного времени.

Норма штучного времени определяется по формуле (14).

$$t_{шт} = \sum t_0 + \sum t_{\epsilon} + t_{обс} + t_{отд} ,$$

(14)

где t_0 - основное (техническое) время, мин;

t_{ϵ} - вспомогательное время, мин;

$t_{обс}$ – время на обслуживание рабочего места

$t_{отд}$ – время перерывов на отдых.

Норма подготовительно – заключительного времени $T_{пз}$ дается на партию заготовок объема.

n – партия деталей

Норма штучно – калькуляционного времени ($t_{шк}$) определяется как (15):

$$t_{шк} = t_{шт} + \frac{t_{п.з}}{n}$$

(15)

Сумма основного и вспомогательного времени ($t_{оп}$) называются оперативным временем (16):

$$t_{оп} = t_0 + t_{\epsilon}$$

(16)

Вспомогательное время (t_{ϵ}) определяется по нормативам вспомогательного времени и включает в общем случае (17):

Инв.№ подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №	Инв.№ дубл.	Подл. и дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ					Лист
										43
					Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

$$t_B = t_{yc} + t_{\Pi} + t_{изм}$$

(17)

где t_{yc} – время на установку и снятие заготовки;

t_{Π} – время связанное с переходом для определенного комплекса приёмов, и отдельное время на приёмы, не вошедшие в комплекс;

$t_{изм}$ – время на контрольные измерения.

Таблицы для определения норм вспомогательного времени, на обслуживание рабочего места, перерывов на отдых, контрольные измерения и подготовительно – заключительного приводятся в справочнике [4].

Операция 15 Горизонтально - расточная

$$t_{оп} = \sum t_0 + \sum t_e = 12 + 2,96 = 14,96 \text{ мин}$$

Время на обслуживание рабочего места, отдых и естественные надобности ($t_{обсл}$):

$$t_{обсл} = 8\% * t_{оп} = 8\% * 14,96 = 1,19 \text{ мин}$$

Подготовительно-заключительное время на партию $t_{П.З} = 20 \text{ мин}$

$$\text{Штучное время } t_{шт} = \sum t_0 + \sum t_e + t_{обсл} + t_{отд} = 14,96 + 1,865 + 1,19 = 18 \text{ мин}$$

$$\text{Штучно-калькуляционное время } t_{шк} = t_{шт} + \frac{t_{П.З}}{n} = 18 + \frac{20}{3} = 24,67 \text{ мин}$$

Операция 25 Комбинированная ЧПУ

$$t_{оп} = \sum t_0 + \sum t_e = 42,92 + 11,29 = 54,21 \text{ мин}$$

Время на обслуживание рабочего места, отдых и естественные надобности

$$t_{обсл} = 8\% * t_{оп} = 8\% * 54,21 = 4,34 \text{ мин}$$

Подготовительно-заключительное время на партию $t_{П.З} = 20 \text{ мин}$

$$\text{Штучное время } t_{шт} = \sum t_0 + \sum t_e + t_{отд} + t_{отд} = 42,92 + 11,29 + 4,34 = 58,55 \text{ мин}$$

$$\text{Штучно-калькуляционное время } t_{шк} = t_{шт} + \frac{t_{П.З}}{n} = 58,55 + \frac{20}{3} = 65,21 \text{ мин}$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист
						44
Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата		

Общее штучно-калькуляционное время по операциям: 89,88 мин

Результаты расчетов по всем операциям сведены в таблицу 10.

Таблица 10 – Результаты нормирования технологической операции

Опер-й переход	L	врез	Lрасч	S мм/об	n об/ мин	t ₀	t _{вуст}	t _{вс} переход	t _{изм}	t _{вполн}
Установить снять							2,3			2,3
Фрезеровать пов. 1	1180	200	4060	1,68	200	12		0,48	0,18	0,66
Установить снять							2,2			2,2
Фрезеровать пов. 2	370	125	1405	2,45	320	2		0,48	0,18	0,66
Центровать 10 отв. 10	5	5	10	0,1	900	0,3		0,4	0,11	0,51
Сверлить 10 отв. 10	29	5	34	0,12	700	5,6		0,4	0,11	0,51
Сверлить 2 отв. 13	50	5	55	0,12	650	1,28		0,4	0,11	0,51
Сверлить 4 отв. 11	160	5	165	0,15	1100	2,2		0,4	0,11	0,51
Сверлить 12 отв. 14	40	5	45	0,19	1648	1,56		0,4	0,11	0,51
Фрезеровать 12 отв. 20	50	25	91	0,4	1200	3,84		0,48	0,17	0,65
Фрезеровать 4 отв. 18	70	35	109,2	0,4	1000	2,2		0,48	0,17	0,65
Нарезать резьбу 10 отв. 10	21	5	26	1,75	1400	17		0,11	0,21	0,32
Фрезеровать пов. 4	470	125	863	2,45	320	1		0,48	0,17	0,65
Фрезеровать пов. 16	60	125	185	2,45	320	0,1		0,48	0,17	0,65
Сверлить отв. 8	35	5	40	0,17	700	0,17		0,4	0,11	0,51
Нарезать резьбу отв. 8	35	5	40	2,5	1400	2,2		0,11	0,21	0,32
Фрезеровать пов. 5	470	125	863	2,45	320	1		0,48	0,17	0,65
Фрезеровать пов. 15	60	125	185	2,45	320	0,1		0,48	0,17	0,65

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата

Сверлить отв. 8	35	5	40	0,17	700	0,17		0,4	0,11	0,51
Нарезать резьбу отв. 8	35	5	40	2	1400	2,2		0,11	0,21	0,32
ИТОГО:						54,92				14,25

Инва.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инва.№ дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.634 ПЗ

2. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. Описание предмета экономического обоснования

Наименование детали – «Крышка», изготавливается из серого чугуна СЧ25, чистая масса составляет 478,8 кг, имеет следующие габариты: 1180x750x510 мм.

Для дипломного проектирования была выбрана деталь «крышка», неотъемлемую часть червячного редуктора, предназначенного для забивки горных пород.

Деталь «Крышка» является крышкой корпуса червячного редуктора. Она устанавливается на основание корпуса редуктора, которое является плоскостью разъема. Центрирование крышки на корпусе редуктора осуществляется двумя штифтовыми отверстиями диаметром 16H8, а крепление через 10 отверстий диаметром 28 в основание крышки. Крышка редуктора выполняет несколько функций. Первой является функция по определению взаимного положения частей механизма и обеспечению их взаимодействия. Вторая функция – защитная. Крышка предохраняет находящиеся внутри механизмы от внешних воздействий, таких как удары, вибрации, попадание влаги.

Сутью расчета является оценка экономической эффективности проектируемого варианта. Предметом экономического обоснования является расчёт экономической эффективности проектируемого варианта. Поэтому расчёт экономической эффективности проводится по следующей методике: оценка эффективности капитальных вложений и новой техники (метод приведенных затрат).

2.2. Исходные данные, необходимые для выполнения экономического обоснования

1. Годовая программа выпуска продукции N=200 шт.
2. Нормы времени по операциям занесены в таблицу 11 (берутся из технологической части диплома).

Инов.№ подл.	Подп. и дата		Инов.№ дубл.		Взам. инв. №	
<p>определению взаимного положения частей механизма и обеспечению их взаимодействия. Вторая функция – защитная. Крышка предохраняет находящиеся внутри механизмы от внешних воздействий, таких как удары, вибрации, попадание влаги.</p> <p>Сутью расчета является оценка экономической эффективности проектируемого варианта. Предметом экономического обоснования является расчёт экономической эффективности проектируемого варианта. Поэтому расчёт экономической эффективности проводится по следующей методике: оценка эффективности капитальных вложений и новой техники (метод приведенных затрат).</p> <p>2.2. Исходные данные, необходимые для выполнения экономического обоснования</p> <p>1. Годовая программа выпуска продукции N=200 шт.</p> <p>2. Нормы времени по операциям занесены в таблицу 11 (берутся из технологической части диплома).</p>						
					ДП 44.03.04.634 ПЗ	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	
					47	

Таблица 11 – Нормы времени по операциям в технологии

15	Горизонтально-расточной	2А615	24,67
25	Обрабатывающий центр	РАМА 200	65,21
ИТОГО:			89,88

3. Режим работы предприятия (цеха)

Режим работы станка 2А615 – односменный (продолжительность смены = 8 ч.)

Режим работы станка РАМА – двухсменный (продолжительность смены = 16 ч.)

4. Стоимость оборудования

Горизонтально-расточной 2А615 – 1,5 млн. руб

РАМА 200 (обрабатывающий центр) – 75 млн.руб.

5. Часовые тарифные ставки на предприятии

Таблица 12 – Часовые тарифные ставки, применяемые на предприятии

Разряд	Часовая тарифная ставка, руб./час
2	52,20
3	67,46
4	73,38
5	80,04
6	87,53

6. Нормативы отчислений на ремонт оборудования

Процент отчислений в ремонтный фонд Кр=2% (по данным предприятия)

7. Стоимость электроэнергии и применяемых видов топлива

Стоимость 1 кВт-ч электроэнергии Цэ= 5 руб./кВт-ч.

8. Годовой фонд времени одного рабочего

Статьи баланса	Продолжительность
1. Календарное время, дни	366
2. Нерабочее время, дни	119
3. Номинальный фонд рабочего времени, дни	247
4. Невыходы на работу, дни	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист
						48

квн – коэффициент выполнения норм времени (по данным предприятия
квн=1,0-1,2);

кз – коэффициент загрузки оборудования (по данным предприятия
кз=0,7-0,8).

Действительный годовой фонд времени работы единицы оборудования рассчитывается следующим образом (20):

$$F_{об} = F_n \cdot \left(1 - \frac{k_p}{100}\right), \quad (20)$$

где F_n – номинальный фонд работы единицы оборудования, ч.

K_p – потери номинального времени работы единицы оборудования на ремонтные работы, % [20].

Номинальный фонд времени работы единицы оборудования определяется по производственному календарю на текущий год (366 дней в году за исключением праздничных и выходных дней, с учетом предпраздничных дней) с учетом установленного режима работы (при односменном режиме – 8 ч., при двухсменном – 16 ч.).

Результаты вычислений заносятся в таблицу (табл. 13).

Горизонтально-расточной:

$$F_n = (366 - 119) \cdot 8 - 2 = 1974 \text{ ч.}$$

$$k_p = 3,6 \%$$

$$F_{об} = 1974 \cdot (1 - 3,6/100) = 1903 \text{ ч.}$$

$$q = (24,67 \cdot 200) / (1903 \cdot 1,2 \cdot 0,75 \cdot 60) = 0,048 \text{ ед.обор.}$$

РАМА

$$F_n = (366 - 119) \cdot 16 - 4 = 3948 \text{ ч}$$

$$k_p = 3,6 \%$$

$$F_{об} = 1974 \cdot (1 - 3,6/100) = 3806 \text{ ч.}$$

$$Q = (65,21 \cdot 200) / (3806 \cdot 1,2 \cdot 0,75 \cdot 60) = 0,063 \text{ ед. обор.}$$

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	односменном режиме – 8 ч., при двухсменном – 16 ч.).				
					Результаты вычислений заносятся в таблицу (табл. 13).				
					Горизонтально-расточной:				
					$F_H=(366-119)*8 -2=1974 \text{ ч.}$				
					$k_p=3,6 \%$				
					$F_{об}=1974 *(1-3,6/100)=1903 \text{ ч.}$				
					$q= (24,67*200)/(1903*1,2*0,75*60)=0,048 \text{ ед.оборот.}$				
					РАМА				
					$F_H=(366-119)*16 -4=3948 \text{ ч}$				
					$k_p=3,6 \%$				
					$F_{об}=1974 *(1-3,6/100)=3806 \text{ ч.}$				
					$Q = (65,21*200)/(3806*1,2*0,75*60)=0,063 \text{ ед. обор.}$				

Талица 13 – Сводная ведомость оборудования

Наименование оборудования	Количество оборудования	Суммарная мощность, кВт		Стоимость одного станка, тыс.р.	Стоимость всего оборудования, тыс.р.
		Одного станка	Всех станков		
Горизонтально-расточной 2А615	0,048	11	0,528	1 500	72,00
РАМА 200 (обрабатывающий центр)	0,063	37	2,331	75 000	4 725,00
Итого:	0,111	48	2,859	76 500	4 797,00

2.3.2. Расчет технологической себестоимости детали

Технологическая себестоимость складывается из следующих элементов (21):

$$C = Z_M + Z_{ЗП} + Z_{Э} + Z_{об} + Z_{осн} + Z_{и}, \quad (21)$$

где Z_M – затраты на материалы (заготовки), р.;

$Z_{ЗП}$ – затраты на заработную плату, р.;

$Z_{Э}$ – затраты на электроэнергию, р.;

$Z_{ЗП}$ – затраты на содержание и эксплуатацию оборудования, р.;

$Z_{ЗП}$ – затраты, связанные с эксплуатацией оснастки, р.;

$Z_{ЗП}$ – затраты на малоценный инструмент, р..

Затраты на закупку материалов (заготовок): цена одного килограмма литья заготовки 60 руб.

m заготовки = 550 кг.

Стоимость одной заготовки: Z_M 1 заготовки = $60 \cdot 550 = 33$ тыс. р.

Стоимость всех заготовок: $Z_M = 33000 \cdot 200 = 6\,600$ тыс. р.

Затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих, участвующих в технологическом процессе обработки детали.

Затраты на заработную плату рассчитываются по формуле (22):

$$Z_{ЗП} = Z_{ПР} + Z_{Н} + Z_{ЭЛ} + Z_{К} + Z_{ТР} \quad (22)$$

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ					Лист
										51
					Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

где $Z_{пр}$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование производственных рабочих, руб.;

Z_n – то же, наладчиков, руб.;

$Z_э$ – то же, электронщиков, руб.;

Z_k – то же, контролеров, руб.;

$Z_{тр}$ – то же, транспортных рабочих, руб.

При сдельной оплате труда используется формула 23:

$$Z_{пр} = C_T \cdot t \cdot k_{мн} \cdot k_{доп} \cdot k_{есн} \cdot k_p \quad (23)$$

где C_T – часовая тарифная ставка производственного рабочего на операции, р.;

t – штучно-калькуляционное время на операцию, ч.;

$k_{мн}$ – коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание ($k_{мн}=0,49$) – не учитывается, т.к. один рабочий, за одним станком;

$k_{доп}$ – коэффициент доплат ($k_{доп} = 1,2$);

$k_{есн}$ – коэффициент единого социального налога ($k_{есн}=1,3$);

k_p – поясной коэффициент (для Урала $k_p=1,15$).

Численность станочников (операторов) вычисляется по формуле (24):

$$\chi_{ст} = \frac{t \cdot N_{год} \cdot k_{мн}}{F_p \cdot 60}, \quad (24)$$

где t – штучно-калькуляционное время на операцию, ч.;

$k_{мн}$ – коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание ($k_{мн}=0,49$) – не учитывается, т.к. один рабочий, за одним станком;

F_p – действительный годовой фонд времени работы одного рабочего, ч.;

$N_{год}$ – годовая программа выпуска деталей, шт.

Горизонтально-расточной 2А615:

$$\chi_{ст} = (200 \cdot 24,67) / (1654 \cdot 60) = 0,050 \text{ чел.}$$

РАМА 200:

$$\chi = (200 \cdot 65,21) / (1654 \cdot 60) = 0,131 \text{ чел.}$$

Инв.№ подл.	Подп. и дата				Лист	
	Инв.№ дубл.					
	Взам. инв. №					
Инв.№ подл.	Подп. и дата				Лист	
	Инв.№ дубл.					
	Взам. инв. №					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	52

кесн – коэффициент единого социального налога (кесн=1,3);
кр – поясной кэффициент (для Урала кр=1,15).
Численность станочников (операторов) вычисляется по формуле (24):
$\text{Ч}_{\text{ст}} = \frac{t \cdot N_{\text{год}} \cdot k_{\text{мн}}}{F_{\text{р}} \cdot 60}, \tag{24}$
где t – штучно-калькуляционное время на операцию, ч.;
кмн – коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание (кмн=0,49)) – не учитывается, т.к. один рабочий, за одним станком;
Fr – действительный годовой фонд времени работы одного рабочего, ч.;
Nгод – годовая программа выпуска деталей, шт.
Горизонтально-расточной 2А615:
Чст=(200*24,67)/(1654*60)=0,050 чел.
РАМА 200:
Ч=(200*65,21)/(1654*60)=0,131 чел.

Принимаемая численность рабочих, а также затраты на заработную плату производственных рабочих заносятся в таблицу 14.

Таблица 14 – Затраты на заработную плату производственных рабочих

Наименование операции	Часовая тариф ставка, р.	Штучно-калькуляционное время, мин	Заработная плата, р.	Численность станочников (операторов), чел.
Горизонтально-расточная	73,38	24,67	55,29	0,050
Комбинированная с ЧПУ	73,38	65,21	143,49	0,131
ИТОГО:			198,78	0,181

Оплата труда вспомогательных рабочих, как правило, осуществляется по повременной, либо по повременно-премиальной системе. Основная и дополнительная заработная плата вспомогательных рабочих (наладчиков, электронщиков) находится по формуле (25):

$$З_{всп} = \frac{С_{всп} \cdot F_d \cdot Ч_{всп} \cdot k_{доп} \cdot k_{есн} \cdot k_p}{N_{год}} \quad (25)$$

где $С_{всп}$ – часовая тарифная ставка, руб.;

$Ч_{всп}$ – численность рабочих соответствующей категории, чел.;

$k_{доп}$ – коэффициент доплат ($k_{доп} = 1,2$);

$k_{есн}$ – коэффициент единого социального налога ($k_{есн}=1,3$);

k_p – поясной коэффициент (для Урала $k_p=1,15$);

$N_{год}$ – годовая программа выпуска деталей, шт..

Численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности определяется по формуле:

$$Ч_{всп} = \frac{q_p \cdot n}{N} \quad (26)$$

Где q_p – расчетное количество оборудования, шт.;

n – число смен работы оборудования;

N – число станков, обслуживаемых одним наладчиком/электронщиком.

Ив.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ив.№ дубл.	Подп. и дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ					Лист
										53
					Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

$$Ч_{\text{н}} = \frac{0,050 \cdot 1}{5} = 0,01 \text{ чел.}$$

$$Ч_{\text{эл}} = \frac{0,131 \cdot 1}{3} = 0,044 \text{ чел.}$$

Численность транспортных рабочих составляет 5% от числа станочников, численность котроллеров – 7% от числа станочников.

$$Ч_{\text{т}} = 0,181 \cdot 5\% = 0,009 \text{ чел.}$$

$$Ч_{\text{к}} = 0,181 \cdot 7\% = 0,013 \text{ чел.}$$

Наладчики

$$З_{\text{всп}} = \frac{73,38 \cdot 1654 \cdot 0,01 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,15}{200} = 10,89 \text{ руб.}$$

Данные о численности вспомогательных рабочих и заработной плате, приходящейся на одну деталь сводятся в таблицу 15.

Таблица 15 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка	Численность, чел	Затраты на изготовление одной детали, р
Наладчик	73,38	0,01	10,89
Электронщик	67,46	0,044	44,04
Транспортный рабочий	52,2	0,009	6,97
Контролер	52,2	0,013	10,07
Итого:		0,076	0,076

Затраты на электроэнергию рассчитываются по формуле (26):

$$З_{\text{э}} = \frac{N_{\text{у}} \cdot k_{\text{н}} \cdot k_{\text{вр}} \cdot k_{\text{од}} \cdot k_{\text{в}} \cdot t}{\eta \cdot k_{\text{вн}} \cdot 60} \cdot Ц_{\text{э}} \quad (26)$$

где $N_{\text{у}}$ – установленная мощность главного электродвигателя, кВт;

$k_{\text{н}}$ – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности (для металлообрабатывающих станков $0,2 \div 0,4$);

$k_{\text{вр}}$ – средний коэффициент загрузки электродвигателя по времени (для серийного взят средний между мелкосерийным и крупносерийным производствами равный 0,55);

Подп. и дата	
Инв.№ дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв.№ подл.	

					ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		54

ко.д. – средний коэффициент одновременности работы всех электродвигателей станка (ко.д = 0,6 - 1,3);

k_w – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети завода (1,04 – в условиях массового производства; 1,08 – единичного или мелкосерийного);

η – коэффициент полезного действия оборудования (принимается по паспорту оборудования);

Цэ – стоимость 1 кВт-ч электроэнергии (принимается по данным предприятия).

Результаты расчетов сводятся в таблицу 16.

Горизонтально-расточной 2А615:

$$Зэ = ((11 \cdot 0,4 \cdot 0,55 \cdot 1 \cdot 1,08 \cdot (24,67)) / (0,9 \cdot 1,2 \cdot 60)) \cdot 5 = 4,98 \text{ руб.}$$

РАМА 200:

$$Зэ = ((11 \cdot 0,4 \cdot 0,55 \cdot 1 \cdot 1,08 \cdot (65,21)) / (0,9 \cdot 1,2 \cdot 60)) \cdot 5 = 31,43 \text{ руб.}$$

Таблица 16 – Затраты на электроэнергию

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, мин	Затраты на электроэнергию
2А615	11	24,67	4,98
РАМА	37	65,21	31,43
ИТОГО:			36,41

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования вычисляются по формуле 27:

$$З_{об} = C_{ам} + C_{рем} , \quad (27)$$

Где $C_{ам}$ – амортизационные отчисления от стоимости технологического оборудования, р;

$C_{рем}$ – затраты на ремонт технологического оборудования, р.

Амортизационные отчисления на каждый вид оборудования определяют по формуле 28:

Подп. и дата	Изн.№ дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Изн.№ подл.	ДП 44.03.04.634 ПЗ					Лист
										55
Изн.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

$$C_{AM} = \frac{\Pi_{OB} \cdot N_A \cdot t}{F_{OB} \cdot k_3 \cdot k_{BH} \cdot 60} \quad (28)$$

где Цоб – цена единицы оборудования, р;

Na – Норма амортизационных отчислений;

Гоб – годовой действительный фонд времени работы оборудования, ч.;

k_3 – нормативный коэффициент загрузки оборудования;

квн – коэффициент выполнения норм;

t – штучно-калькуляционное время, мин.

Начисление амортизации в отношении объекта амортизируемого имущества осуществляется в соответствии с нормой амортизации, определенной для данного объекта исходя из срока его полезного использования (СПИ). При применении линейного метода сумма амортизации в отношении объекта амортизируемого имущества рассчитывается как произведение от первоначальной стоимости и нормы амортизации, определенной для данного объекта исходя из срока полезного использования ($1/\text{СПИ}$).

Горизонтально-расточной (СПИ от 15 до 20 лет) [15]

$$N_A = 1/\text{СПИ} = 1/15 = 0,07$$

$$C_{AM} = \frac{I_{OB} \cdot N_A \cdot t}{F_{OF} \cdot k_a \cdot k_{pu} \cdot 60} = \frac{1500000 \cdot 0,07 \cdot 24,67}{1903 \cdot 1,2 \cdot 0,75 \cdot 60} = 24,02 \text{ pyб}$$

РАМА (СПИ от 7 до 10 лет) [15]

$$N_A = 1/\text{СПИ} = 1/10 = 0,1$$

$$C_{AM} = \frac{\Pi_{OB} \cdot N_A \cdot t}{F_{OB} \cdot k_2 \cdot k_{pu} \cdot 60} = \frac{75000000 \cdot 0,1 \cdot 65,21}{3806 \cdot 1,2 \cdot 0,9 \cdot 60} = 1983,04 \text{ pyб}$$

Затраты на ремонт технологического оборудования, приходящиеся на одну деталиеоперацию определяются по формуле 29:

$$C_{\text{pem}} = \frac{\Pi_{\text{t.o}} \cdot K_p \cdot q_p}{N_{\text{emp}} \cdot 100} \quad (29)$$

где K_p – коэффициент отчислений в ремонтный фонд (по данным предприятия).

использования (1/СПИ).	Подп. и дата		
Горизонтально-расточной (СПИ от 15 до 20 лет) [15]			
$N_A=1/СПИ = 1/15 = 0,07$			
$C_{AM} = \frac{Ц_{ОБ} \cdot N_A \cdot t}{F_{ОБ} \cdot k_3 \cdot k_{вн} \cdot 60} = \frac{1500000 \cdot 0,07 \cdot 24,67}{1903 \cdot 1,2 \cdot 0,75 \cdot 60} = 24,02 \text{ руб}$			
РАМА (СПИ от 7 до 10 лет) [15]	Инв.№ дубл.		
$N_A=1/СПИ = 1/10 = 0,1$			
$C_{AM} = \frac{Ц_{ОБ} \cdot N_A \cdot t}{F_{ОБ} \cdot k_3 \cdot k_{вн} \cdot 60} = \frac{75000000 \cdot 0,1 \cdot 65,21}{3806 \cdot 1,2 \cdot 0,9 \cdot 60} = 1983,04 \text{ руб}$	Взам. инв. №		
Затраты на ремонт технологического оборудования, приходящиеся на одну деталиеоперацию определяются по формуле 29:	Подп. и дата		
$C_{рем} = \frac{Ц_{т.о} \cdot K_p \cdot q_p}{N_{гпр} \cdot 100}$ (29)			
где K_p – коэффициент отчислений в ремонтный фонд (по данным пред-приятия).	Инв.№ подл.		
Изм.	Лист	№ докум.	
		Подп.	
		Дата	
ДП 44.03.04.634 ПЗ			Лист
			56

Пример расчёта затрат на ремонт технического оборудования горизонтально-расточной операции:

$$C_{\text{рем}} = \frac{C_{\text{т.о}} \cdot K_p \cdot q_p}{N_{\text{гпр}} \cdot 100} = \frac{1500000 \cdot 2 \cdot 0,048}{200 \cdot 100} = 7,20 \text{ руб}$$

$$C_{\text{рем}} = \frac{C_{\text{т.о}} \cdot K_p \cdot q_p}{N_{\text{гпр}} \cdot 100} = \frac{75000000 \cdot 2 \cdot 0,063}{200 \cdot 100} = 472,50 \text{ руб}$$

Результаты расчетов затрат на содержание и эксплуатацию технологического оборудования заносятся в таблицу 17.

Таблица 17 – Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования

Модель станка	Цоб, р	q _p , шт	N _A , р	t, мин	Сам, р.	Срем, р.
Горизонтально-расточной 2А615	1 500 000	0,048	0,07	24,67	24,02	7,20
РАМА	75 000 000	0,063	0,10	65,21	1 983,04	472,5
ИТОГО:					2 007,06	479,7

Общие затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования:

$$Зоб = 2\,007,06 + 479,7 = 2\,486,13 \text{ руб.}$$

Затраты на эксплуатацию инструмента (малоценный инструмент) вычисляются по формуле (30):

$$З_{\text{и}} = \frac{C_{\text{и}} \cdot \beta_{\text{п}} \cdot C_{\text{п}}}{T_{\text{ст}} \cdot (\beta_{\text{п}} + 1)} \cdot T_{\text{м}} \cdot \eta_{\text{и}}, \quad (30)$$

где $C_{\text{и}}$ – цена единицы инструмента, р.;

$\beta_{\text{п}}$ – число переточек;

$C_{\text{п}}$ – стоимость одной переточки, р.;

$T_{\text{ст}}$ – период стойкости инструмента, мин.;

$T_{\text{м}}$ – машинное время, мин.;

$\eta_{\text{и}}$ – коэффициент случайной убыли инструмента.

Затраты на сверло d=10,2

$$З_{\text{и}} = \frac{9353,4 + 0 \cdot 0}{1000 \cdot (0 + 1)} \cdot 5,6 \cdot 0,98 = 51,33 \text{ руб.}$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист
						57

Результаты по расчету затрат на эксплуатацию инструмента заносятся в таблицу 18.

Таблица 18 – Затраты на эксплуатацию инструмента

Наименование инструмента	Ци, руб.	βП	Цп, руб.	Тст, мин.	Тм, мин.	ηИ	Зи, руб.
Резьбофреза М12	10 571,90	0,00	0,00	950,00	17,00	0,98	185,40
Резьбофреза М20	9 954,30	0,00	0,00	1 020,00	4,40	0,98	42,08
Сверло d=10,2	9 353,40	0,00	0,00	1 000,00	5,60	0,98	51,33
Сверло d=14,7	9 700,80	0,00	0,00	970,00	1,28	0,98	12,55
Сверло d=17,4	10 248,60	0,00	0,00	990,00	0,34	0,98	3,45
Сверло d=20	11 355,70	0,00	0,00	1 030,00	0,30	0,98	3,24
Сверло d=28	16 538,20	0,00	0,00	985,00	1,56	0,98	25,67
Сверло d=42	27 368,50	0,00	0,00	963,00	2,20	0,98	61,27
Фреза d=25	25 042,10	0,00	0,00	1 024,00	3,84	0,98	92,03
Фреза d=40	31 712,80	0,00	0,00	1 057,00	2,20	0,98	64,69
Фреза торцевая d=125	48 750,30	0,00	0,00	995,00	14,20	0,98	681,82
Итого:	210 596,60						1 223,52

Результаты по расчету технологической себестоимости обработки детали сводятся в таблицу 19.

Таблица 19 – Технологическая себестоимость обработки детали

Статья затрат	На одну деталеоперацию, р.	Годовой выпуск	Итоговое значение, р.
Затраты на материалы	33 000	200	6 600 000
Заработная плата с начислениями	270,75	200	54 150
Затраты на технологическую электроэнергию	36,41	200	7 280
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	12,43	200	2 490
Затраты на инструмент	1 223,52	200	244 700
ИТОГО:	34 543,12		6 908 620

2.4. Определение уровня механизации труда на программных операциях

Расчет уровня механизации труда на программных операциях вычисляется по формуле (31):

$$k_{\text{МЕХ}} = \frac{T_o + T_{\text{всп}}}{t}, \quad (31)$$

Инв.№ подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №	Инв.№ дубл.	Подл. и дата						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ					Лист
										58

где T_0 – основное (машинное) время обработки детали на программных станках, мин.;

Твсп – вспомогательное время механизированных приемов, мин.;

T – штучно-калькуляционное время, мин.

Рассчитывается только для станка с ЧПУ (РАМА 200)

$T_o = 42,92$ МИН

$T_{BC\Pi} = 11,29$

t=65,21

$$k_{Mex} = 100 * (12,92 + 11,29) / 65,21 = 83,13$$

В результате проведенных технико-экономических расчетов были получены результаты (табл. 20).

Таблица 20 – Техничко-экономические показатели обработки детали «Крышка червячного редуктора»

Наименование показателя	Значение показателя по вариантам
Годовой выпуск деталей, шт.	200
Количество оборудования, шт.	0,111
Количество рабочих, чел.	0,181
Сумма капитальных вложений, р.	4 797,00
Трудоемкость изготовления 1-го изделия, н-ч	89,88
Технологическая себестоимость детали, р. В том числе:	34 543,12
● материальные затраты, руб	33 000
● затраты на заработную плату рабочих, руб	270,75
Технологическая себестоимость годового выпуска, р. В том числе:	6 908 620
● материальные затраты, руб	6 600 000
● затраты на заработную плату рабочих	54 150
Уровень механизации труда, %	83,13
Коэффициент загрузки оборудования	0,75
Коэффициент использования металла	0,87

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Количество оборудования, шт.	0,111
					Количество рабочих, чел.	0,181
					Сумма капитальных вложений, р.	4 797,00
					Трудоемкость изготовления 1-го изделия, н-ч	89,88
					Технологическая себестоимость детали, р.	34 543,12
					В том числе:	
					● материальные затраты, руб	33 000
					● затраты на заработную плату рабочих, руб	270,75
					Технологическая себестоимость годового выпуска, р.	6 908 620
					В том числе:	
● материальные затраты, руб	6 600 000					
● затраты на заработную плату рабочих	54 150					
					Уровень механизации труда, %	83,13
					Коэффициент загрузки оборудования	0,75
					Коэффициент использования металла	0,87

					ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист
						59
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

3. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В дипломном проекте разрабатывается технологический процесс изготовления детали «Крышка червячного редуктора», который предусматривает обработку на высокопроизводительном обрабатывающем центре с ЧПУ SPEEDRAM. Для подготовки квалифицированных операторов станков с ЧПУ в учебном центре ПАО «Уралмашзавод» необходимо разработать учебно-методическую документацию по программированию системы ЧПУ SINUMERIK. Программа рассчитана на переподготовку фрезеровщиков 4 разряда.

Обработывающий центр «SPEEDRAM» удовлетворяет всем требованиям энергетического машиностроения, нефтяной, горной и авиакосмической промышленности и тяжелого машиностроения.

Эксплуатационная гибкость станков SPEEDRAM увеличивается, благодаря широкому спектру накладных головок, которые в автоматическом режиме устанавливаются на ползун для достижения максимальной производительности. Станок оснащен системой ЧПУ SINUMERIK. Для изготовления деталей на новом оборудовании, перед предприятием стоит задача по подготовке квалифицированных операторов.

Подготовка специалистов осуществляется непосредственно на предприятии ПАО «Уралмашзавод» в собственном учебном центре, который проводит обучение персонала работе с новейшими станками с ЧПУ. Процесс обучения построен таким образом, чтобы полученные знания могли быть использованы в производстве на новом оборудовании, что позволяет максимально эффективно внедрять полученные знания в практической работе.

Программа переподготовки предусматривает изучение возможностей системы ЧПУ SINUMERIK, принципы программирования, составления программ, практическое закрепление знаний по работе на современном оборудовании. Обучение осуществляется высококвалифицированными специалистами.

Инв.№ подл.	Подп. и дата				ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист 60
	Взам. инв. №					
	Инв.№ дубл.					
<p>максимальной производительности. Станок оснащен системой ЧПУ SINUMERIK. Для изготовления деталей на новом оборудовании, перед предприятием стоит задача по подготовке квалифицированных операторов.</p> <p>Подготовка специалистов осуществляется непосредственно на предприятии ПАО «Уралмашзавод» в собственном учебном центре, который проводит обучение персонала работе с новейшими станками с ЧПУ. Процесс обучения построен таким образом, чтобы полученные знания могли быть использованы в производстве на новом оборудовании, что позволяет максимально эффективно внедрять полученные знания в практической работе.</p> <p>Программа переподготовки предусматривает изучение возможностей системы ЧПУ SINUMERIK, принципы программирования, составления программ, практическое закрепление знаний по работе на современном оборудовании. Обучение осуществляется высококвалифицированными специалистами.</p>						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

3.1. Анализ профессионального стандарта по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»

Согласно профессиональному стандарту, основной вид профессионально деятельности по данной профессии – Наладка обрабатывающих центров с программным управлением и обработка деталей.

Базовая цель деятельности – наладка обрабатывающих центров с программным управлением, установка технологической последовательности обработки деталей, выявление неисправностей в работе оборудования, обработка деталей.

В таблице 21 приведено описание трудовых функций оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ в соответствии с профессиональным стандартом.

Таблица 21 – Описание трудовых функций оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ в соответствии с профессиональным стандартом

Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции		
1	2	3	4	5	6
Код	Наименование	Уровень квалификации	Наименование	Код	Уровень (подуровень) квалификации
А	Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей	2	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8-14 квалитетам	А/01.2	2
			Настройка технологической последовательности обработки и режимов резания, подбор режущих и измерительных инструментов и приспособлений по технологической карте	А/02.2	2

Изн.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Изн.№ дубл.	Подп. и дата

Изн.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист
						61

Продолжение таблицы 21 - Описание трудовых функций оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ в соответствии с профессиональным стандартом

1	2	3	4	5	6
			Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе станка с выверкой в двух плоскостях	A/03.2	2
			Отладка, изготовление пробных деталей и передача их в отдел технического контроля (ОТК)	A/04.2	2
			Подналадка основных механизмов обрабатывающих центров в процессе работы	A/05.2	2
			Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8-14 квалитетам	A/06.2	2
			Инструктирование рабочих, занятых на обслуживаемом оборудовании	A/07.2	2
В	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности	3	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7-8 квалитетам	B/01.3	3
			Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)	B/02.3	3
			Установка деталей в приспособлениях и на столе станка с выверкой их в различных плоскостях	B/03.3	3
			Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7-8 квалитетам	B/04.3	3
С	Наладка и регулировка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей и сборочных единиц с разработкой программ управления; обработка сложных деталей	4	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 6 квалитету и выше	C/01.4	4
			Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 6 квалитету и выше	C/02.4	4

Инт. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инт. № дубл.
Подп. и дата	

Деталь, проектируемая в ВКР, относится к деталям высокой степени сложности, поэтому в данной части будет рассмотрена вторая обобщенная трудовая функция профессионального стандарта – «Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности». Анализ данной функции приведен далее.

Наименование	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности	Код	В	Уровень квалификации	3
--------------	---	-----	---	----------------------	---

Происхождение обобщенной трудовой функции

Оригинал	X	Заимствовано из оригинала		
----------	---	---------------------------	--	--

Код оригинала
Регистрационный номер профессионального стандарта

Возможные наименования должностей	Наладчик обрабатывающих центров (5-й разряд) Оператор обрабатывающих центров (5-й разряд) Оператор-наладчик обрабатывающих центров (5-й разряд) Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 3-й квалификации Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ 3-й квалификации Наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 3-й квалификации
Требования к образованию и обучению	Среднее профессиональное образование - программы подготовки квалифицированных рабочих (служащих)
Требования к опыту практической работы	Не менее одного года работ второго квалификационного уровня по профессии "оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ"
Особые условия допуска к работе	Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований), а также внеочередных медицинских осмотров (обследований) в установленном законодательством Российской Федерации порядке. Прохождение работником инструктажа по охране труда на рабочем месте

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист
						63

Дополнительные характеристики:

Наименование классификатора	Код	Наименование базовой группы, должности (профессии) или специальности
ОКЗ	7223	Станочники на металлообрабатывающих станках, наладчики станков и оборудования
ЕТКС	§45	Наладчик станков и манипуляторов с программным управлением, 5-й разряд
ОКНПО	010703	Наладчик станков и манипуляторов с программным управлением

При работе на станках с ЧПУ операторы должны уметь писать управляющие программы на языке программирования стойки станка. В связи с этим более подробно рассмотрим вторую трудовую функцию профессионального стандарта – «Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)».

Наименование	Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)	Код	В/02.3	Уровень (подуровень) квалификации	3
--------------	---	-----	--------	-----------------------------------	---

Происхождение трудовой функции	Оригинал	X	Заимствовано из оригинала		
				Код оригинала	Регистрационный номер профессионального стандарта

Трудовые действия	<p>Корректировка чертежа изготавливаемой детали</p> <p>Выбор технологических операций и переходов обработки</p> <p>Выбор инструмента</p> <p>Расчет режимов резания</p>
Необходимые умения	<p>Определение координат опорных точек контура детали</p> <p>Составление управляющей программы</p> <p>Программировать станок в режиме MDI (ручной ввод данных)</p> <p>Изменять параметры стойки ЧПУ станка</p> <p>Корректировать управляющую программу в соответствии с результатом обработки деталей</p>
Необходимые знания	<p>Органы управления и стойки ЧПУ станка</p> <p>Режимы работы стойки ЧПУ</p> <p>Системы графического программирования</p> <p>Коды и макрокоманды стоек ЧПУ в соответствии с международными стандартами</p>

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист
						64

Рассмотренная трудовая функция стала основой для формирования тематического плана по повышению квалификации операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ на ПАО «УРАЛМАШЗАВОД» (УЦ).

3.2. Анализ учебного плана и программы переподготовки по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»

Тематический план повышения квалификации по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» в рамках учебного центра предприятия рассчитан на срок обучения = 134 часов (месяца по 4 часа в день) и включает учебные занятия теоретического и практического обучения, а также квалификационный экзамен. Базовая профессия – оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 2 разряда. Уровень квалификации оператора после повышения квалификации – 4 разряд. Тематический план приведен в таблице 22.

Таблица 22 – Тематический план повышения квалификации по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»

№	Название раздела	Кол-во часов
1	Техническое черчение	20
2	Основы резания металлов и режущий инструмент	15
3	Основы технологии машиностроения	12
4	Основы программирования процесса обработки деталей	38
5	Наладка станков с программным управлением	10
6	Производственное обучение	40
5	Квалификационный экзамен	6
ИТОГО:		134

Для обеспечения качественного процесса обучения – УЦ Уралмашзавода имеет учебно-материальную базу в составе:

- учебные кабинеты, лаборатории, компьютерные классы;
- высокотехнологичное современное оборудование в цехах предприятия, привлекаемое к учебному процессу в соответствии с порядком

Ив.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ив.№ дубл.	Подп. и дата						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ					Лист
										65

использования производственного и технологического оборудования предприятия в образовательном процессе;

- техническую библиотеку, читальный зал;
- кабинеты для сотрудников Центра, помещение для преподавателей;
- медицинский пункт;
- бытовые и другие помещения.

Все помещения оборудованы в соответствии с действующими нормативами и санитарными правилами.

В рамках тематического плана повышения квалификации по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» предусмотрен раздел «Основы программирования процесса обработки детали». Рассмотрим программу этого раздела (таблица 23).

Таблица 23 – Тематический план раздела «Основы программирования процесса обработки детали»

№ п/п	Наименование темы	Всего часов	В том числе	
			Лекции	Практические занятия
1	2	3	4	5
1	Виды и устройство станков с ЧПУ	2	1	1
2	Основы техники безопасности при работе со станками с ЧПУ	2	1	1
3	Комплектации станков и дополнительные опции	2	1	1
4	Возможности системы ЧПУ	2	1	1
5	Панель управления ЧПУ и пульт управления оборудованием	3	1	2
6	Ручной режим управления станком, диагностика	3	1	2
7	Автоматический режим работы станков	3	1	2
8	Возможности использования коррекции на инструмент, системы координат заготовки	2	1	1
9	Принципы программирования	3	2	1
10	Разработка управляющих программ	5	1	4

Инва.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инва.№ дубл.	Подп. и дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ					Лист
										66
					Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

Продолжение таблицы 23 – Тематический план раздела «Основы программирования процесса обработки детали»

1	2	3	4	5
11	Программирование процесса обработки металлоизделий с применением вложенных циклов	2	1	1
12	Приводной инструмент многооперационных станков (обрабатывающих центров)	2	1	1
13	Гидравлическая и смазочная системы станка с ЧПУ	2	1	1
14	Система подачи СОЖ			
15	Пневматическая система металлообрабатывающего оборудования			
16	Состав технического обслуживания станка с ЧПУ	2	1	1
17	Практическое закрепление знаний по программированию и управлению оборудованием	3	1	2
ИТОГО:		38	16	22

Тема № 11 рассчитана на 1 занятие (2 академических часа – 90 минут).
Тема является теоретической и направлена на изучение особенностей написания программ с использованием циклов на станках с ЧПУ.

3.3. Разработка методики и методического обеспечения занятия по теме «Программирование процесса обработки металлоизделий с применением вложенных циклов»

Цели урока:

Обучающая:

Сформировать знания принципов программирования сверлильной обработки при помощи циклов на станках с ЧПУ.

Воспитательная:

Воспитать бережное отношение к оборудованию и инструменту.

Развивающие:

Развивать память, внимание, мышление учащихся; развивать умения правильно обобщить данные и сделать вывод; развивать профессиональные знания.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист
						67

Тип урока – урок изучения нового материала.

В дипломном проекте разработан занятие теоретического обучения «Составление циклов сверления» для станка с ЧПУ «SINUMERIK». В таблице 24 приведена модель деятельности преподавателя и обучаемых на занятии.

Таблица 24 – Модель деятельности преподавателя и обучаемых на занятии теоретического обучения по теме «Составление циклов сверления для станка с ЧПУ «SINUMERIK».

Этапы урока	Деятельность преподавателя	Время, мин	Наглядные средства, ТСО	Деятельность учащихся
1	2	3	4	5
Организационная часть	Приветствует обучаемых. Проверяет присутствующих. Формулирует тему урока	5	Слайд №2	Записывают тему занятия
Мотивация обучаемых	Рассказывает о значимости темы урока в общей подготовке операторов станков с ЧПУ	2		Слушают преподавателя
Актуализация имеющихся знаний	Просит дать определение понятию «Сверление». Задает вопросы, анализирует ответы, добавляет информацию к их ответам.	8	Слайды №3-4	Отвечают на вопросы
Изложение нового учебного материала	Рассказывает о возможностях станка, циклов сверления и правилах программирования, принципах программирования с использованием циклового программирования.	45	Слайды №4-19	Переписывают в тетради название и расшифровку циклов обработки отверстий. Записывают в тетради параметры и ход циклов

Инва. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инва. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист
						68

Продолжение таблицы 24 – Модель деятельности преподавателя и обучаемых на уроке теоретического обучения по теме «Составление циклов сверления для станка с ЧПУ «SINUMERIK».

1	2	3	4	5
Закрепление нового материала.	Повторение изученного материала по конспекту и раздаточному материалу	20	задания на закрепление УМ	Выполняют задания, в которых предлагается заполнить таблицы с параметрами цикла.
Заключительная часть	Задаёт вопросы для закрепления нового учебного материала Постановка домашнего задания.	10	Слайд №20	Отвечают на поставленные вопросы Повторение изученного материала (конспект)

План-конспект урока теоретического обучения по теме «Составление циклов сверления для станка с ЧПУ «SINUMERIK».

1. Организационная часть

Здравствуйте уважаемые операторы. Сегодня мы начнем изучать очень важную тему, связанную с материальной базой систем управления станками. Это тема «Составление циклов сверления для станка с ЧПУ «SINUMERIK».

На занятиях мы с вами рассмотрим:

1. Сверление и его программирование в SINUMERIK;
 2. Основные циклы фрезерования в SINUMERIK, их ход и параметры
- Прошу сегодня проявить особое внимание к изучаемому материалу.

2. Мотивация обучаемых

Для изготовления деталей на станках с ЧПУ, оператору необходимо уметь создавать и редактировать управляющую программу. Для написания программ на станках с системой SINUMERIK разработан ряд стандартных циклов, которые облегчают процесс разработки и корректировки

Подп. и дата		Инва.№ дубл.		Взам. инв. №		Подп. и дата		Инва.№ подл.	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ				Лист
									69

управляющей программы, позволяющих производить программирование фрезерной и сверлильной обработки деталей. Поэтому сегодня будет рассмотрено программирование сверлильной обработки отверстий с использованием вложенных циклов.

3. Актуализация опорных знаний

На предыдущих занятиях мы рассмотрели общие сведения о программах и программном управлении. Сегодня мы переходим к изучению особенностей программирования сверлильной обработки, но прежде вспомним основные моменты из пройденного материала.

Дайте определение понятию Сверление (Слайд №2), а также ответьте на вопросы (слайд №3).

4. План-конспект изложения учебного материала на уроке (Слайд №4-19)

«SPEEDRAM» обеспечивает: выполнение сверлильно-расточных и фрезерных операций с высокой точностью. Сочетает в себе компактность расточного станка с широким набором функций специального дополнительного оборудования. Станок оснащен системой ЧПУ SINUMERIK.

Система управления SINUMERIK фирмы SIEMENS предназначена для работы на фрезерных станках и на обрабатывающих центрах.

В системе SINUMERIK предусмотрена работа с диалоговыми окнами (слайд 4), что обеспечивает удобство и простоту создания УП, в том числе задание параметров циклов. В связи с этим нет необходимости запоминать кодировку параметров, достаточно внимательно внести в диалоговые окна требуемые величины.

Существуют следующие циклы:

- циклов сверления;
- циклов формирования отверстий.

Описание циклов сверления.

Циклы сверления – это определенные по DIN 66025 процессы движения для сверления, высверливания, нарезания внутренней резьбы и

Изн.№ подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №	Изн.№ дубл.	Подл. и дата	дополнительного оборудования. Станок оснащен системой ЧПУ SINUMERIK.					
					Система управления SINUMERIK фирмы SIEMENS предназначена для работы на фрезерных станках и на обрабатывающих центрах.					
					В системе SINUMERIK предусмотрена работа с диалоговыми окнами (слайд 4), что обеспечивает удобство и простоту создания УП, в том числе задание параметров циклов. В связи с этим нет необходимости запоминать кодировку параметров, достаточно внимательно внести в диалоговые окна требуемые величины.					
					Существуют следующие циклы:					
					<ul style="list-style-type: none">• циклов сверления;• циклов формирования отверстий.					
					Описание циклов сверления.					
					Циклы сверления – это определенные по DIN 66025 процессы движения для сверления, высверливания, нарезания внутренней резьбы и					
										Лист
					ДП 44.03.04.634 ПЗ					70
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

т.п. Их вызов осуществляется как подпрограмма с установленным именем и списком параметров. Для высверливания всего доступно пять циклов. Они отличаются друг от друга в технологическом процессе и тем самым в их параметрировании (таблица 25).

Таблица 25 – характеристика циклов сверления

Цикл высверливания	Особенности параметрирования
Высверливание 1 - CYLCE85	Различные подачи для сверления и отвода
Высверливание 2 - CYLCE86	Ориентируемая остановка шпинделя, задача пути отвода, отвод ускоренным ходом, задача направления вращения шпинделя
Высверливание 3 - CYLCE87	Остановка шпинделя M5 и остановка программы M0 на глубине сверления, продолжении работы после старта ЧПУ, отвод ускоренным ходом, задача направления вращения шпинделя
Высверливание 4 - CYLCE88	Как CYLCE87 плюс время ожидания на глубине сверления
Высверливание 5 - CYLCE89	Сверление и отвод с той же подачей

Циклы сверления могут действовать **модально**, т.е. они выполняются в конце каждого кадра, содержащего команды движения. Прочие созданные пользователем циклы могут также вызываться модально.

Существует два типа параметров:

- геометрические параметры;
- параметры обработки.

Геометрические параметры идентичны для всех циклов сверления, циклов формирования отверстий и фрезеровальных циклов. Они определяют базовую плоскость и плоскость отвода, безопасное расстояние, а также абсолютную или относительную конечную глубину сверления. Геометрические параметры описываются один раз в первом цикле сверления CYLCE81. Параметры обработки имеют различное значение и действие для отдельных циклов. Поэтому они описываются отдельно при каждом цикле.

Изн.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Изн.№ дубл.	Подп. и дата
Изн.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
ДП 44.03.04.634 ПЗ				Лист
				71

Условия вызова и возврата

Циклы сверления запрограммированы независимо от конкретных имен осей. Подвод к позиции сверления должен быть осуществлен перед вызовом цикла в вышестоящей программе.

Подходящие значения для подачи, числа оборотов шпинделя и направления вращения шпинделя программируются в программе обработки деталей, если для этого нет соответствующих параметров обеспечения в цикле сверления. Активные перед вызовом цикла функции G и актуальный фрейм сохраняются и после цикла.

Определение плоскостей

Общим условием для осуществления циклов сверления является то, что актуальная система координат детали, в которой должна осуществляться обработка, определена посредством выбора плоскости G17, G18 или G19 и активации программируемого фрейма. Ось сверления всегда является аппликатором этой системы координат. Перед вызовом должна быть включена линейная коррекция. Она всегда действует вертикально к выбранной плоскости и остается активной и после завершения цикла.

Сверление, центровка CYCLE81

- CYCLE81 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR)
- RTP real Плоскость отвода (абсолютная)
- RFP real Базовая плоскость (абсолютная)
- SDIS real Безопасное расстояние (вводится без знака)
- DP real Конечная глубина сверления (абсолютная)
- DPR real Конечная глубина сверления относительно базовой плоскости (вводится без знака)

Функция

Инструмент осуществляет сверление с запрограммированным числом оборотов шпинделя и скоростью подачи до заданной конечной глубины сверления.

Инв.№ подл.	Подп. и дата		Инв.№ дубл.		Взам. инв. №	
<p>включена линейная коррекция. Она всегда действует вертикально к выбранной плоскости и остается активной и после завершения цикла.</p> <p>Сверление, центровка CYCLE81</p> <ul style="list-style-type: none">•CYCLE81 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR)•RTP real Плоскость отвода (абсолютная)•RFP real Базовая плоскость (абсолютная)•SDIS real Безопасное расстояние (вводится без знака)•DP real Конечная глубина сверления (абсолютная)•DPR real Конечная глубина сверления относительно базовой плоскости (вводится без знака) <p>Функция</p> <p>Инструмент осуществляет сверление с запрограммированным числом оборотов шпинделя и скоростью подачи до заданной конечной глубины сверления.</p>						
					ДП 44.03.04.634 ПЗ	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	
					72	

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв.№ дубл.	Подп. и дата

Объяснение параметров (рисунок 8)

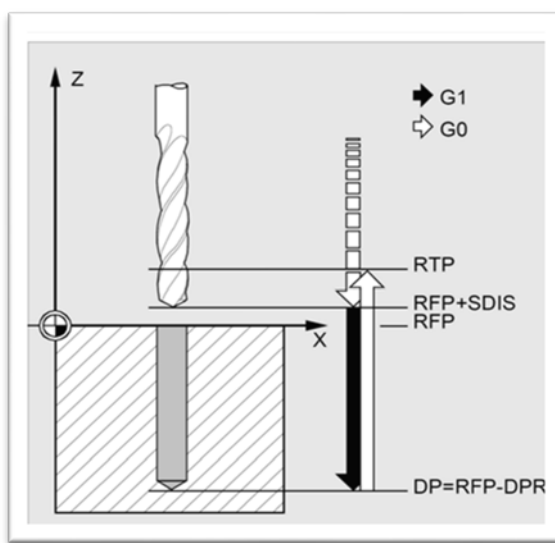


Рисунок 8 – Геометрические параметры

Безопасное расстояние (SDIS) действует относительно базовой плоскости. Она выдвинута на безопасное расстояние вперед. Направление действия безопасного расстояния автоматически определяется циклом.

✓ DP и DPR (конечная глубина сверления)

Конечная глубина сверления может задаваться по выбору абсолютно (DP) или относительно (DPR) к базовой плоскости. При относительной задаче цикл автоматически вычисляет получаемую глубину на основе положения базовой плоскости и плоскости отвода.

G1

G0

RTP

RFP+SDIS

RFP

DP=RFP-DPR

X

Z

Прочие указания

Если вводится значение как для DP, так и для DPR, то конечная глубина сверления определяется DPR.

Если она отличается от запрограммированной через DP абсолютной глубины, то в строке диалога выводится сообщение "Глубина: соответствующее значение для относительной глубины".

При идентичных значениях для опорной плоскости и плоскости отвода относительное указание глубины не допускается.

Следует сообщение об ошибке 61101 "Неправильно определена базовая плоскость" и цикл не выполняется.

Это сообщение об ошибке появляется и тогда, когда плоскость отвода лежит после базовой

плоскости, т.е. ее расстояние до конечной глубины сверления меньше.

Пример программирования «Сверление, центрование»

С помощью этой программы можно изготовить 3 отверстия с использованием цикла сверления

Инд.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	глубина сверления определяется DPR.					
					Если она отличается от запрограммированной через DP абсолютной глубины, то в строке диалога выводится сообщение "Глубина: соответствующее значение для относительной глубины".					
					При идентичных значениях для опорной плоскости и плоскости отвода относительное указание глубины не допускается.					
Инд.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Следует сообщение об ошибке 61101 "Неправильно определена базовая плоскость" и цикл не выполняется.					
					Это сообщение об ошибке появляется и тогда, когда плоскость отвода лежит после базовой					
					плоскости, т.е. ее расстояние до конечной глубины сверления меньше.					
Инд.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Пример программирования «Сверление, центрование»					
					С помощью этой программы можно изготовить 3 отверстия с использованием цикла сверления					
					ДП 44.03.04.634 ПЗ					Лист
										74
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

DPR	real	Конечная глубина сверления относительно базовой плоскости (вводится без знака)
DTB	real	Время ожидания на конечной глубине сверления (ломка стружки)

Функция

Инструмент осуществляет сверление с запрограммированным числом оборотов шпинделя и скоростью подачи до заданной конечной глубины сверления. После достижения конечной глубины сверления может начинать действовать время ожидания.

Процесс

Достигнутая позиция перед началом цикла:

Позиция сверления это позиция в обеих осях выбранной плоскости.

Цикл создает следующий процесс движения:

- Подвод к выступающей на безопасное расстояние опорной плоскости с G0
- Движение до конечной глубины сверления с подачей, запрограммированной в вызывающей программе (G1)
- Исполнение времени ожидания на конечной глубине сверления
- Отвод на плоскость отвода с G0

Объяснение параметров

Параметры RTP, RFP, SDIS, DP, DPR (сверление, центровка – CYCLE81)

DTB (время ожидания)

В DTB программируется время ожидания на конечной глубине сверления (ломка стружки) в секундах.

Пример программирования «Сверление зенкование»

Программа выполняет в позиции X24 Y15 в плоскости XY однократное сверление глубины 27 мм с использованием цикла CYCLE82. Время ожидания составляет 2 сек, безопасное расстояние в оси сверления Z 4 мм.

- N10 G0 G90 F200 S300 M3; определение технологических значений
- N20 D1 T3 Z110; подвод к плоскости отвода
- N21 M6

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист
						76

- N30 X24 Y15; подвод к позиции сверления
- N40 CYCLE82 (110, 102, 4, 75, 2); вызов цикла с абсолютной конечной глубиной сверления и безопасным расстоянием
- N50 M30; конец программы

Глубокое сверление – CYCLE83.

CYCLE83 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, FDEP, FDPR, DAM, DTB, DTS, FRF, VARI, _AXN, _MDEP, _VRT, _DTD, _DIS1)

Параметр

RTP	real	Плоскость отвода (абсолютная)
RFP	real	Базовая плоскость (абсолютная)
SDIS	real	Безопасное расстояние (вводится без знака)
DP	real	Конечная глубина сверления (абсолютная)
DPR	real	Конечная глубина сверления относительно базовой плоскости (вводится без знака)
FDEP	real	Первая глубина сверления (абсолютная)
FDPR	real	Первая глубина сверления относительно базовой плоскости (вводится без знака)
DAM	real	Дегрессия: (вводится без знака Значения: > 0 дегрессия как значение < 0 коэффициент дегрессии = 0 нет дегрессии
DTB	real	Время ожидания на глубине сверления (ломка стружки) Значения: > 0 в секундах < 0 в оборотах
DTS	real	Время ожидания в начальной точке и для удаления стружки Значения: > 0 в секундах < 0 в оборотах
FRF	real	Коэффициент подачи для первой глубины сверления (вводится без знака) Диапазон значений: 0.001...1
_VARI	int	Режим обработки: Значения: 0 ломка стружки 1 удаление стружки

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист
						77

_AXN	int	Ось инструмента: Значения: 1 = 1-ая геометрическая ось 2 = 2-ая геометрическая ось 3=3-ья геометрическая ось
_MDEP	real	Минимальная глубина сверления
_VRT	real	Переменное значение отвода при ломке стружки (VARI=0): Значения: > 0 значение отвода установлено на 0 = 1 мм
_DTD	real	Время ожидания на конечной глубине сверления Значения: > 0 в секундах < 0 в оборотах = 0 значение как DTB
_DIS1	real	Программируемый упреждающий зазор при повторном погружении в отверстие (при удалении стружки VARI=1) Значения: > 0 действует запрограммированное значение = 0 автоматическое вычисление

Глубокое сверление с ломкой стружки (VARI=0) (рисунок 9):

- Подвод к выступающей на безопасное расстояние опорной плоскости с G0;
- Движение до первой глубины сверления с G1, при этом подача получается из запрограммированной при вызове цикла подачи, вычисленной с параметром FRF (коэффициент подачи);
- Исполнение времени ожидания на конечной глубине сверления (параметр DTB);
- Переменный отвод (параметр _VRT) от актуальной глубины сверления с G1 и запрограммированной в вызывающей программе подачей (для ломки стружки);
- Движение до следующей глубины сверления с G1 и запрограммированной подачей (процесс движения продолжается до достижения конечной глубины сверления);
- Отвод на плоскость отвода с G0.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист
						78

DAM=0 нет дегрессии

DAM>0 дегрессия как значение

Актуальная глубина вычисляется в цикле следующим образом:

- На первом этапе осуществляется перемещение на глубину, спараметрированную через первую глубину сверления FDEP или FDPР, если она не превышает общую глубину сверления.
- Начиная со второй глубины сверления ход сверления получается из хода последней глубины сверления минус значение дегрессии, если ход сверления больше запрограммированного значения дегрессии.
- Если для второго хода сверления уже получается значение, меньшее, чем запрограммированное значение дегрессии, то он выполняется за один этап.
- Следующие ходы сверления соответствуют значению дегрессии, пока остаточная глубина больше двойного значения дегрессии.
- Последние два хода сверления делятся и проходятся равномерно и поэтому всегда больше, чем половина значения дегрессии.
- Если значение для первой глубины сверления больше общей глубины, то следует сообщение об ошибке 61107 "Первая глубина сверления определена неправильно" и цикл не выполняется.

Пример программы сверления

Ход сверления вычисляется через коэффициент дегрессии и не должен быть меньше минимальной глубины сверления в 8 мм.

- DEF REAL RTP=155, RFP=150, SDIS=1, DP=5,DPR=145, FDEP=100, FDPР=50, DAM=20,DTB=1, FRF=1, VARI=0, _VRT=0.8, _MDEP=10,DIS1=0.4; определение параметров
- N10 G0 G17 G90 F50 S500 M4 ; определение технологических значений.
- N20 D1 T42 Z155 ; подвод к плоскости отвода
- N30 X80 Y120 ; подвод к первой позиции сверления

Изн.№ подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №	Изн.№ дубл.	Подл. и дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ					Лист
										80
					Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

- N40 CYCLE83 (RTP, RFP, SDIS, DP, , FDEP, , DAM, , , FRF, VARI, , , _VRT) ; вызов цикла. Параметры глубины с абсолютными значениями
- N50 X80 Y60 ; подвод к следующей позиции сверления
- N55 DAM=-0.6 FRF=0.5 VARI=1 ;присвоение значения
- N60 CYCLE83 (RTP, RFP, SDIS, , DPR, , FDPR, DAM, DTB, , FRF, VARI, _MDEP, -> , , _DIS1);

вызов цикла с относительным указанием конечной глубины сверления и 1-ой глубины сверления,

безопасное расстояние составляет 1 мм коэффициент подачи 0.5

N70 M30 ; конец программы

5. Закрепление нового материала.

Мы рассмотрели 4 цикла и их параметры. Сейчас выдам вам контрольные задания (Приложение), которое необходимо выполнить.

Выполняя задания, опирайтесь на теоретические сведения, приведенные в презентации и ваших конспектах.

6. Заключительная часть

Проводит опрос обучаемых по изученному материалу по контрольным вопросам, приведенным в презентации (Слайд №20)

1. Что такое «Сверление»?
2. Что такое «Цикл сверления»?
3. Назовите циклы сверления, предусмотренные в станках с ЧПУ SIUMERIK.
4. Назовите параметры и их обозначения для циклов сверления.

Учащиеся отвечают на вопросы, а преподаватель слушает и анализирует ответы и при необходимости поправляет учащихся.

Преподаватель делает заключение и выводы по проведенному уроку и диктует домашнее задание по изучению циклов фрезерной обработки в системе ЧПУ Sinumerik.

Инв.№ подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №	Инв.№ дубл.	Подл. и дата						Лист	
					Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	81

<p>6. Заключительная часть</p> <p>Проводит опрос обучаемых по изученному материалу по контрольным вопросам, приведенным в презентации (Слайд №20)</p> <p>1. Что такое «Сверление»?</p> <p>2. Что такое «Цикл сверления»?</p> <p>3. Назовите циклы сверления, предусмотренные в станках с ЧПУ SIUMERIK.</p> <p>4. Назовите параметры и их обозначения для циклов сверления.</p> <p>Учащиеся отвечают на вопросы, а преподаватель слушает и анализирует ответы и при необходимости поправляет учащихся.</p> <p>Преподаватель делает заключение и выводы по проведенному уроку и диктует домашнее задание по изучению циклов фрезерной обработки в системе ЧПУ Sinumerik.</p>											
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В проектируемом технологическом процессе предложена обработка детали «Крышка» на современном оборудовании с ЧПУ, с применением прогрессивного режущего инструмента компании PRAMET для операций, имеющих повышенные требования к точности обработки и стойкости инструмента. Приведены расчеты норм времени и режимов резания. С целью повышения производительности труда и надежности закрепления заготовки разработано зажимное приспособление для 05 операции с приведением всех необходимых расчетов по силе зажима, прочности и надежности конструктивных элементов.

В экономической части проекта приведены расчеты и обоснованы все приведенные затраты на оборудование, заработную плату и энергоресурсы.

В методической части разработано занятие теоретического обучения операторов станков с ЧПУ по изучению циклов сверления в рамках программы переподготовки станочников, работающих на предприятии.

Поставленные задачи решены, цели достигнуты.

Инв.№ подл.	Подп. и дата		Взам. инв. №	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	<p>Поставленные задачи решены, цели достигнуты.</p>					
Инв.№ подл.	Подп. и дата		Взам. инв. №	Инв.№ дубл.	Подп. и дата						
						ДП 44.03.04.634 ПЗ					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	82						

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. *Бородина Н.В.* Дипломное проектирование: учебное пособие/ Н.В. Бородина, Г.Ф. Бушков. Екатеринбург; Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та 2011. 90с.
2. *Бородина Н.В.,* Горонович М.В., Фейгина М.И. Подготовка педагогов профессионального обучения к перспективно-тематическому планированию: модульный подход: Учеб. пособие. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2002. – 260 с.Единые ведомственные нормативы времени на работы, выполняемые на металлорежущих станках. Часть II / И.И. Романов, И.Г. Прудников, В.А. Крутов, и др. – М.: ЦНИС, 1980. – 250 с., ил.
3. *Журнал САПР и графика.* Изд. КомпьютерПресс.
4. *Каталог эффективных решений автоматизированного проектирования и подготовки производства (системы КОМПАС).* — СПб.: ОАО «Аскон», 2000г.
5. *Косилова А.Г.,* Мещеряков Р.К., Калинин М.А. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении. Справочник технолога. М., Машиностроение, 1996 – 288 с., ил.
6. *Курсовое проектирование.* Козлова Т.А. РГПШУ, 2001-168с.
7. *Ловыгин А.А.,* Васильев А.В., Кривцов С.Ю. Современный станок с ЧПУ и CAD/CAM система. – М.: «Эльф ИПР», 2006г., 286с., ил.
8. *Мухин А.В.,* Спиридонов О.В., Схиртладзе А.Г., Харламов Г.А. Производство деталей металлорежущих станков. Учеб. 2-е изд., М.: Машиностроение, 2003. – 560 с., ил.
9. *Новая система многокоординатной механообработки POWER MILL.* Инф.материалы, Делкам — СПб.: 1999 г.
10. *Новые направления в развитии автоматизации управления станками (Siemens).* — «ИТО», 2000 г.
11. *Норенков И. П.* Основы автоматизированного проектирования: Учеб. для вузов.— М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006г. – 448с.

Инв.№ подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №	Инв.№ дубл.	Подл. и дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ					Лист
										83
					Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

12. *Обработка* металлов резанием. Справочник технолога / А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.; Под общ. ред. А.А. Панова. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2004. – 784 с., ил.

13. *Общая* и профессиональная педагогика: Учеб. пособие / Авт.-сост.: Г.Д. Бухарова, Л.Н. Мазаева, М.В. Полякова. – Екатеринбург: Изд-во Рос. Гос. проф.-пед. ун-та, 2004. – 298 с.

14. *Постановление* от 1 января 2002 г. N 1 «О классификации основных средств, включаемых в амортизационные группы»

15. *Профессиональный* стандарт «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением». Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 4 августа 2014 г. N 530н

16. *Серебrenицкий П.П.* Общетехнический справочник. – СПб.: Политехника, 2004. - 445 с., ил.

17. *Справочник* технолога машиностроителя. В 2-х т. Т1 / Под ред. А.Г. Косиловой, А.Г. Сулова, А.М. Дальского, Р.К. Мещерякова – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2001. – 912 с., ил.

18. *Справочник* технолога машиностроителя. В 2-х т. Т2 / Под ред. А.Г. Косиловой, А.Г. Сулова, А.М. Дальского, Р.К. Мещерякова – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2001. – 944 с., ил.

19. *Технико-экономические* расчеты в выпускных квалификационных работах (дипломных проектах): Учеб. пособие/ Авт.-сост. Е.И. Чучкалова, Т.А. Козлова, В.П. Суриков Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.–пед. ун-т», 2006. 66с.

20. *Чернов Н.Н.* Металлорежущие станки: учеб. 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1988. – 416 с., ил.

21. *Электронный* каталог «PRAMET», 2014.

Инва.№ подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №	Инва.№ дубл.	Подл. и дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ					Лист
										84
					Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Лист задания на проектирование

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв.№ дубл.	Подп. и дата						
						Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.634 ПЗ

Лист
85

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Перечень листов графических документов

№ листа	Название графического документа
01	Крышка червячного редуктора Заготовка
02	Крышка червячного редуктора Деталь
03	Иллюстрации технологического процесса
04	Иллюстрации технологического процесса
05	Иллюстрации технологического процесса
06	Иллюстрация управляющей программы

Инв.№ подл.	Подп. и дата				Взам. инв. №	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ			Лист
								86

Инв.№ подл.	Подп	Подп	Подп	Дата	Взам. инв. №	Инв.№ дубл.

РГПУ
Кафедра ИИПО

Комплект документации

Технологический процесс

механической обработки детали
КОРПУС ЧЕРВЯЧНОГО РЕДУКТОРА

44.03.04.634

Н.контр. _____ Суриков В.П.

Зав. кафедрой _____ Бородина Н.В.

Рецензент _____

Проект. _____ Брехов А.П.

Группа ЗТО-401С

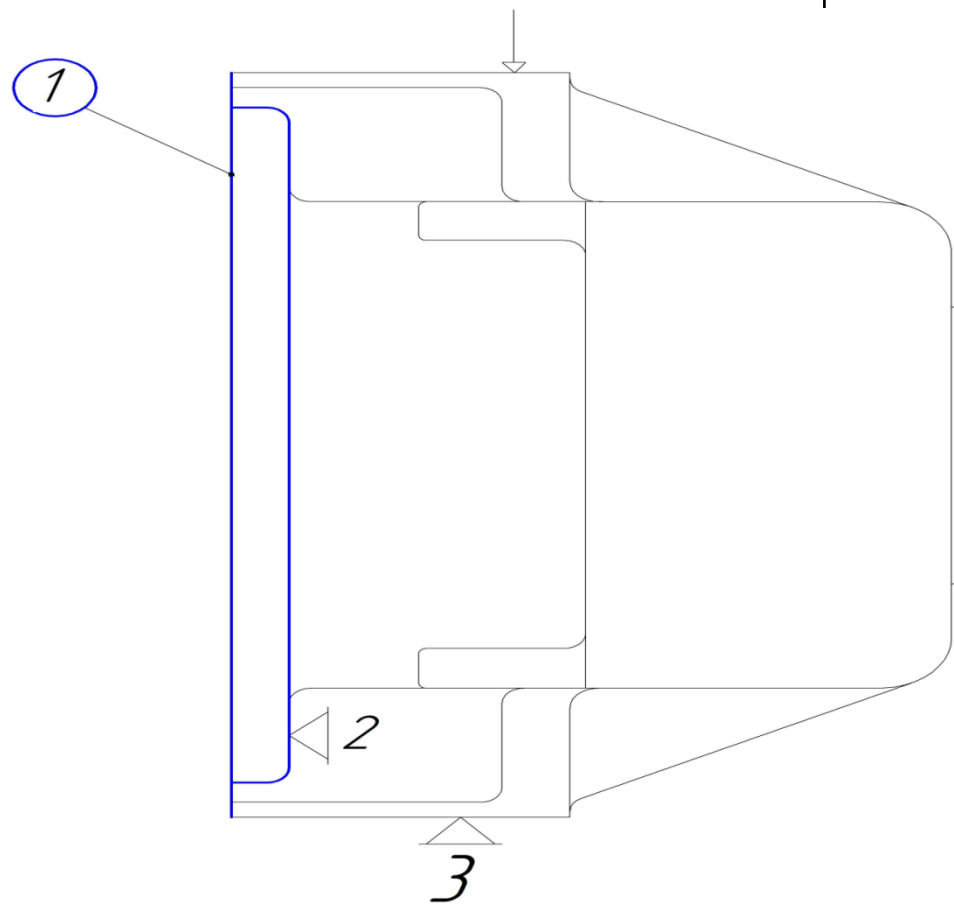
Проверил _____ Суриков В.П.

Екатеринбург 2016

Инв. № дубл.	Подп. и дата

Дубл. Взам. Подл.																								
Разраб. Брехов А.П. Провер. Суриков В.П.															РГППУ 44.03.04.634.00									
Н. контр. Суриков В.П.															Крышка червячного редуктора									
M01 СЧ 25 ГОСТ 1412-85																								
M02															Код EB МД ЕН Н.расх. КИМ Код загот. Профиль и размеры КД МЗ									
кг 478,8 1 0,87															1180x750x510 1 550									
А Цех Уч. РМ Опер Код ,наименование Операции															Обозначение документа									
Б Код ,наименование оборудования															СМ Проф Р УТ КР КОИ ЕН ОП Кит. Тпз Тшт									
А 03 15 6 005 Термическая																								
Б 04 Печь вакуумная																								
А 05 15 6 010 Слесарная																								
Б 06																								
А 07 15 6 015 Горизонтально-фрезерная																								
Б 08 Горизонтально-расточной станок 2А615															2 17335 4 1 1 1 1 480 1 2,69 14,69									
А 09 15 6 020 Слесарная																								
Б 10 Верстак																								

А	11	15	6	025	Многоцелевая с ЧПУ										
Б	12	РАМА VERTIRAM 200				2	18632	4	1	1	1	1	480	1	58.55
А	13	15	6	030	Слесарная										
Б	14														
А	15	15	6	035	Контрольная										
МК		Маршрутная карта													
Форма 7										ГОСТ 3.1105-84					
Дубл.															
Взам.															
Подп.															
												111			6
Разраб.		Брехов А.П.						РГППУ		44.03.04.634.00					
Провер.		Суриков В.П,													
Н.контр.		Суриков В.П.								Крышка червячного редуктора					
Инв. № дубл.															
Подп. и дата															



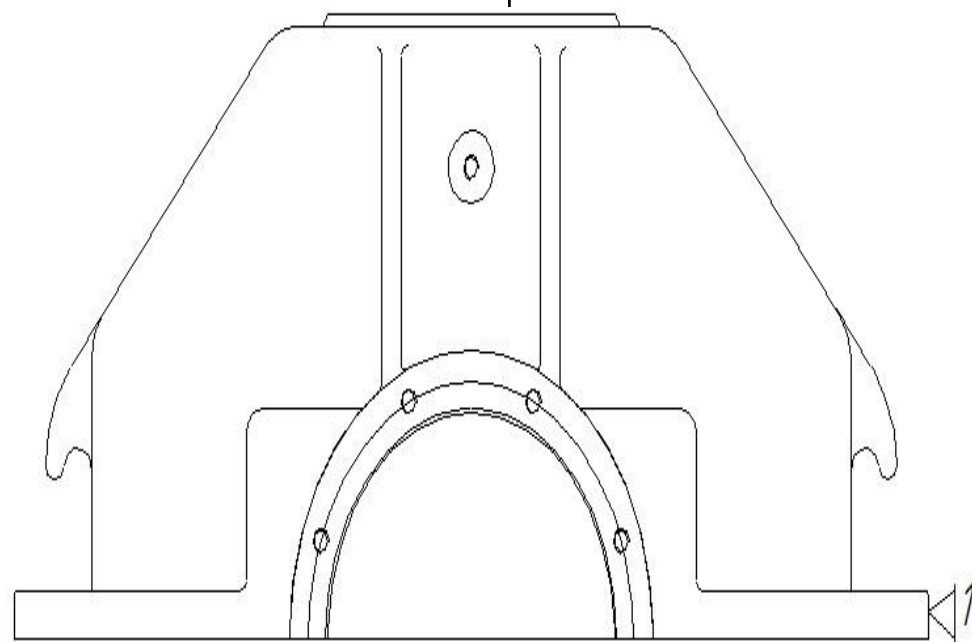
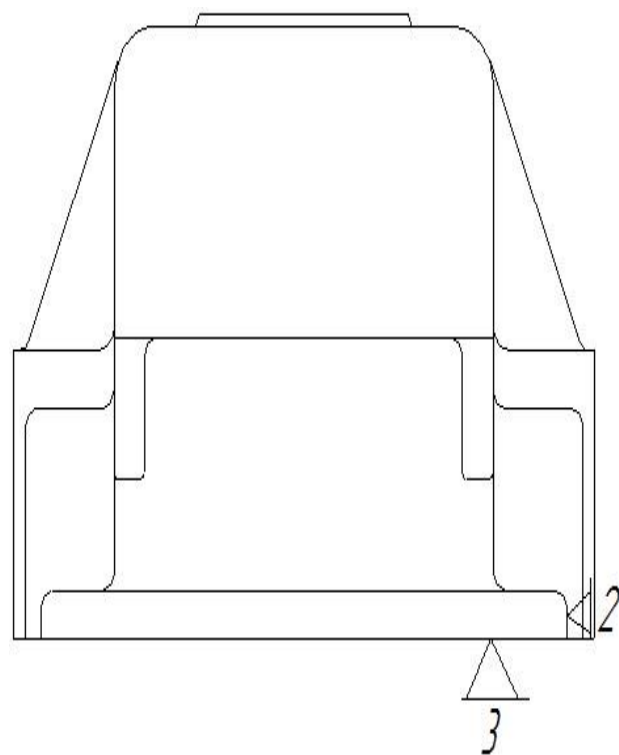
№	Инв. № дубл.	Подп. и дата	КЭ				Карта эскизов				ГОСТ 3.1404 – 86 Форма 3			
			Дубл.											

Взам.																
Подл.																
				Изм	Лис	№ докум.	Подпись	Дата	Изм	Лис	№ докум.	Подпись	Дата			
										Всего		Лист				
Разраб.				Брехов А.П.												
Провер.				Суриков В.П.												
Н. контр.				Суриков В.П.												
				РГППУ				44.03.04.634.00								
								Корпус червячного редуктора								
								КР								
								0 1 5								
				Твердость				ЕВ	МД	Профиль и размеры						
Вертикально-фрезерная				СЧ 25 ГОСТ 1412-85						Кз	478,8		1180x750x510			
								То		Тв	Тпз.	Тшт.		СОЖ		
Токарно-расточной 2А615								12		0,63	2,3		14,69		Автокат Ф-78С	
Р					ПИ		D или B		L		t	i	S	n	V	
O 01	1. Установить и снять.										2,3					
P 02	ПР: Калиброванные призмы 200x200x100															
O 03	2. Фрезеровать торец 1															
04	Р.И. 2112-0084 ВК8 ГОСТ 18880-73															
05	С.И. штангенциркуль ШЦ - 1 - 150 – 0,05 ГОСТ166 – 89															
P 06	750 1180 5,0										1	1,26	200	126		
O 07																
08																
09																
P 10																

O	11				
	12				
	13				
	OK				

										ГОСТ 3.1105-84										Форма 7	
Дубл.																					
Взам.																					
Подп.																					
																		111	9		
Разраб.	Брехов А.П.							РГППУ		44.03.04.634.00											
Провер.	Суриков В.П,																				
Н.контр.	Суриков В.П.									Крышка червячного редуктора											

№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата



№	Инв. № дубл.	Подп. и дата	КЭ				Карта эскизов							
			Дубл.								ГОСТ 3.1404 – 86 Форма 3			

Взам.																	
Подп.					Из	Лис	№ докум.	Подпись	Дата	Из	Лис	№ докум.	Подп	Дата			
													Всего 3	Лист 1			
Разраб.	Брехов А.П.				РГППУ	44.03.04.634.00											
Провер.	Суриков В.П.																
Н.контр.	Суриков В.П.				Корпус червячного редуктора								КР		0 2 5		
Наименование операции				Материал			Твердость		ЕВ		МД		Профиль, разм.,		МЗ	К	
Многоцелевая с ЧПУ				СЧ 25 ГОСТ 1412-85					Кг		478,8		1180x750x510		550	1	
Оборудование; устройство ЧПУ				Обозначение программы			То		Тв			Тпз		Тшт		Сож	
РАМА VERTIRAM 200							42,92		11,29			4,34		58,55		Автокат Ф-78С	
	Р	Содержание перехода				То	D или B		L			t	i	S	n	V	
О	01	1. Установить и снять.															
Р	02	ПР: Призмы калиброванные 200x200x100															
О	03	2. Фрезеровать пов. 2									2 0,66						
	04	Р.И. Фреза: 125B07R-F60 SB22X-C, Пластина: SBMR 2207DZ SR															
	05	С.И. штангенциркуль ШЦ - 1 - 150 – 0,05 ГОСТ166 – 89															
Р	06					270	300	5,0	1			2,45	320	126			
О	07	3. Центровать 10 отв. пов. 10									0,3 0,51						
	08	Р.И. Сверло 301DS-20.0-90 P90A20															
	09	С.И. штангенциркуль ШЦ - 1 - 150 – 0,05 ГОСТ166 – 89															
Р	10					20	5				2,5	1	0,1	900	34		

Инв.№ дубл.		Подп. и дата	

О	11	4. Сверлить 10 отв. пов. 10											5,60,51						
	12	Р.И. Сверло 303DS-10.2-40-A12																	
	13	С.И. штангенциркуль ШЦ - 1 - 150 – 0,05 ГОСТ166 – 89																	
ОК		Операционная карта																	
													ГОСТ 3.1404-86 Форма 2а						
Лубл																			
Взм																			
Подл																			
										Изм	Лис	№ докум	Подпис	Дата	Изм	Лис	№ докум	Подпис	Дата
																Лист 2			
												44.03.04.634.00			025				
		Изм	Лис	№ докум	Подпис	Дата	Изм	Лис	№ докум	Подпис	Дата								
Р										П	И	Д или В	L	t	i	S	n	V	
Р	01									10,2	29	5,1	1	0,12	700	22			
О	02	5. Сверлить 2 отв. пов. 13											1,280,51						
	03	Р.И. Сверло 303DS-14.7-45-A16																	
	05	С.И. Ø14,7h14 калибр-пробка ГОСТ 21401-75																	
Р	06									14,7	50	7,35	1	0,15	650	30			
О	08	6. Сверлить 4 отв. пов. 11											2,20,51						
	09	Р.И. Сверло 803D-42-126-S40 пластина SCET-120408-UD																	
	10	С.И. штангенциркуль ШЦ - 1 - 150 – 0,05 ГОСТ166 – 89																	

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
де	

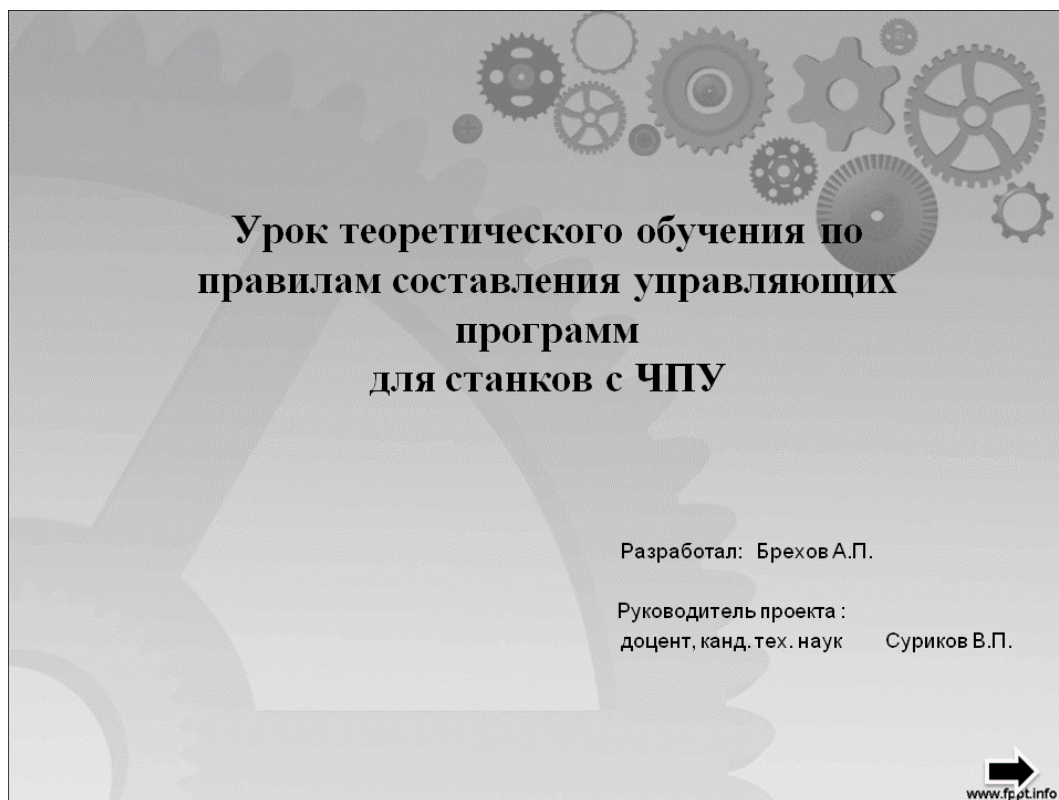
[illegible]

№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата

№	Инв. № дубл.	Подп. и дата

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Комплект слайдов



Инв.№ подл.		Подп. и дата		Взам. инв. №		Инв.№ дубл.		Подп. и дата	

Сверление – вид механической обработки материалов резанием, при котором с помощью специального вращающегося режущего инструмента (сверла) получают отверстия различного диаметра и глубины, или многогранные отверстия различного сечения и глубины.



Вопросы:

- **способы закрепления символов за командами управления**
(ответ: G-коды)
- **Принципы кодирования осей**
(ответ: M-функции)
- **порядок составления УП**
(№ кадра → назначение инструмента T и корректора D → определение нулевой точки G54 ... 559 → G-коды → M-функции)



Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв.№ дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.634 ПЗ

Лист

3

Стойка ЧПУ SINUMERIK 840D

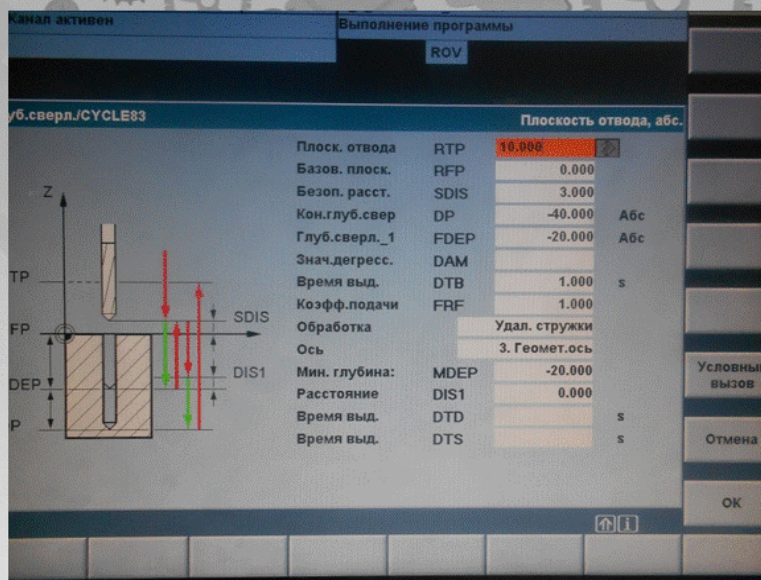


«SPEEDRAM» обеспечивает:
выполнение сверлильно-
расточных и фрезерных
операций с высокой точностью.
Сочетает в себе компактность
расточного станка с широким
набором функций специального
дополнительного оборудования.
Станок оснащен системой ЧПУ
SINUMERIK.



Диалоговые окна

В системе SINUMERIK
предусмотрена работа с
диалоговыми окнами, что
обеспечивает удобство и
простоту создания УП, в
том числе задание
параметров циклов
сверления. В связи с этим
нет необходимости
запоминать кодировку
параметров, достаточно
внимательно внести в
диалоговые окна
требуемые величины.



Изн.№ подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №	Изн.№ дубл.	Подл. и дата

Изн.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.634 ПЗ

Лист

4

Цикл высверливания	Особенности параметрирования
Высверливание 1 - CYLCE85	Различные подачи для сверления и отвода
Высверливание 2 - CYLCE86	Ориентируемая остановка шпинделя, задача пути отвода, отвод ускоренным ходом, задача направления вращения шпинделя
Высверливание 3 - CYLCE87	Остановка шпинделя M5 и остановка программы M0 на глубине сверления, продолжении работы после старта ЧПУ, отвод ускоренным ходом, задача направления вращения шпинделя
Высверливание 4 - CYLCE88	Как CYLCE87 плюс время ожидания на глубине сверления
Высверливание 5 - CYLCE89	Сверление и отвод с той же подачей

www.fppt.info

Циклы сверления могут действовать **модально**, т.е. они выполняются в конце каждого кадра, содержащего команды движения. Прочие созданные пользователем циклы могут также вызываться модально.

Параметры

Геометрические

- ✓ базовая плоскость
- ✓ плоскость отвода
- ✓ безопасное расстояние
- ✓ абсолютная/относительная конечная глубина сверления

ДА



Идентичность для циклов



НЕТ

ОДНО



Количество значений



РАЗЛИЧНЫЕ

Первый
цикл



Место написания



В каждом
цикле

www.rppt.info

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ДП 44.03.04.634 ПЗ

Лист

5

Сверление, центровка CYCLE81

Программирование

- CYCLE81 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR)
- RTP real Плоскость отвода (абсолютная)
- RFP real Базовая плоскость (абсолютная)
- SDIS real Безопасное расстояние (вводится без знака)
- DP real Конечная глубина сверления (абсолютная)
- DPR real Конечная глубина сверления относительно базовой .
.. плоскости (вводится без знака)

Функция

Инструмент осуществляет сверление с запрограммированным числом оборотов шпинделя и скоростью подачи до заданной конечной глубины сверления.

www.fppt.info

Процесс

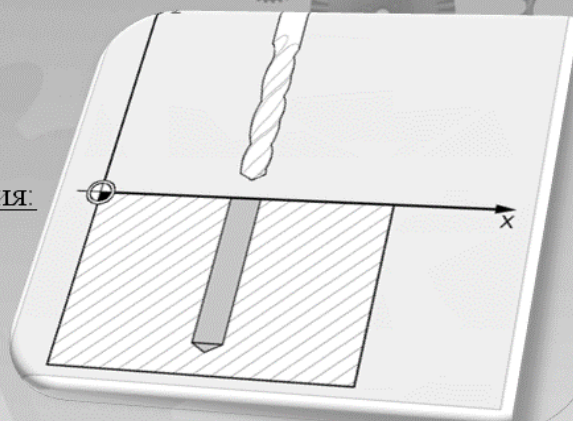
Достигнутая позиция перед началом цикла:

Позиция сверления это позиция в обеих осях выбранной плоскости.

Цикл создает следующий процесс движения:

Подвод к выступающей на безопасное расстояние опорной плоскости с G0

- Движение до конечной глубины сверления с подачей, запрограммированной в вызывающей программе (G1)
- Отвод на плоскость отвода с G0



www.fppt.info

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист
						6

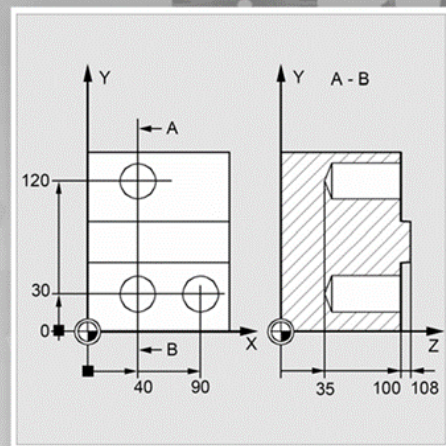
Пример программирования

Сверление, центрование

С помощью этой программы можно изготовить 3 отверстия с использованием цикла сверления

CYCLE81, при этом он вызывается с различными параметрами. Ось сверления всегда является ось Z.

N10 G0 G90 F200 S300 M3 ;определение технологических значений
 N20 D1 T3 Z110 ;подвод к плоскости отвода
 N21 M6
 N30 X40 Y120 ;подвод к первой позиции сверления
 N40 CYCLE81 (110, 100, 2, 35) ;вызов цикла с абсолютной конечной глубиной сверления; безопасное расстояние и неполный список параметров.
 N50 Y30 ;подвод к следующей позиции сверления
 N60 CYCLE81 (110, 102, , 35) ;вызов цикла без безопасного расстояния
 N70 G0 G90 F180 S300 M03 ;определение технологических значений
 N80 X90 ;подвод к следующей позиции
 N90 CYCLE81 (110, 100, 2, , 65) ;вызов цикла с относительной конечной глубиной сверления и . . .
 ;безопасным расстоянием
 N100 M30 ;конец программы



www.fppt.info

Сверление, зенкование – CYCL82

Программирование

CYCLE82(RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, DTB)

Параметр

RTP	real	Плоскость отвода (абсолютная)
RFP	real	Базовая плоскость (абсолютная)
SDIS	real	Безопасное расстояние (вводится без знака)
DP	real	Конечная глубина сверления (абсолютная)
DPR	real	Конечная глубина сверления относительно базовой плоскости (вводится без знака)
DTB	real	Время ожидания на конечной глубине сверления (ломка стружки)

www.fppt.info

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.634 ПЗ

Лист

7



Инструмент осуществляет сверление с запрограммированным числом оборотов шпинделя и скоростью подачи до заданной конечной глубины сверления. После достижения конечной глубины сверления может начинать действовать время ожидания.

Процесс

Достигнутая позиция перед началом цикла:

Позиция сверления это позиция в обеих осях выбранной плоскости.

Цикл создает следующий процесс движения:

- Подвод к выступающей на безопасное расстояние опорной плоскости с G0
- Движение до конечной глубины сверления с подачей, запрограммированной в вызывающей программе (G1)
- Исполнение времени ожидания на конечной глубине сверления
- Отвод на плоскость отвода с G0

www.fppt.info

Пример программирования

Сверление зенкование

Программа выполняет в позиции X24 Y15 в плоскости XY однократное сверление глубины 27 мм с использованием цикла CYCLE82. Время ожидания составляет 2 сек, безопасное расстояние в оси сверления Z 4 мм.

- N10 G0 G90 F200 S300 M3 ; определение технологических значений
- N20 D1 T3 Z110 ; подвод к плоскости отвода
- N21 M6
- N30 X24 Y15 ; подвод к позиции сверления
- N40 CYCLE82 (110, 102, 4, 75, 2) ; вызов цикла с абсолютной конечной глубиной . . .
.. сверления и безопасным расстоянием
- N50 M30 ; конец программы



www.fppt.info

www.fppt.info

Пример программирования Сверление зенкование

Программа выполняет в позиции X24 Y15 в плоскости XY однократное сверление глубины 27 мм с использованием цикла CYCLE82. Время ожидания составляет 2 сек, безопасное расстояние в оси сверления Z 4 мм.

- N10 G0 G90 F200 S300 M3 ; определение технологических значений
- N20 D1 T3 Z110 ; подвод к плоскости отвода
- N21 M6
- N30 X24 Y15 ; подвод к позиции сверления
- N40 CYCLE82 (110, 102, 4, 75, 2) ; вызов цикла с абсолютной конечной глубиной . . .
.. сверления и безопасным расстоянием
- N50 M30 ; конец программы

www.fppt.info

Глубокое сверление – CYCLE83

Программирование

CYCLE83 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, FDEP, FDPR, DAM, DTB, DTS, FRF, VARI,
_AXN, _MDEP, _VRT, _DTD, _DIS1)

Параметр		
RTP	real	Плоскость отвода (абсолютная)
RFP	real	Базовая плоскость (абсолютная)
SDIS	real	Безопасное расстояние (вводится без знака)
DP	real	Конечная глубина сверления (абсолютная)
DPR	real	Конечная глубина сверления относительно базовой плоскости (вводится без знака)
FDEP	real	Первая глубина сверления (абсолютная)
FDPR	real	Первая глубина сверления относительно базовой плоскости (вводится без знака)
DAM	real	Дегрессия: (вводится без знака Значения: > 0 дегрессия как значение < 0 коэффициент дегрессии = 0 нет дегрессии
DTB	real	Время ожидания на глубине сверления (ломка стружки) Значения: > 0 в секундах < 0 в оборотах
DTS	real	Время ожидания в начальной точке и для удаления стружки Значения: > 0 в секундах < 0 в оборотах
FRF	real	Коэффициент подачи для первой глубины сверления (вводится без знака) Диапазон значений: 0.001...1

pt.info

_VARI	int	Режим обработки: Значения: 0 ломка стружки 1 удаление стружки
_AXN	int	Ось инструмента: Значения: 1 = 1-ая геометрическая ось 2 = 2-ая геометрическая ось 3=3-ья геометрическая ось
_MDEP	real	Минимальная глубина сверления
_VRT	real	Переменное значение отвода при ломке стружки (VARI=0): Значения: > 0 значение отвода установлено на 0 = 1 мм
_DTD	real	Время ожидания на конечной глубине сверления Значения: > 0 в секундах < 0 в оборотах = 0 значение как DTB
_DIS1	real	Программируемый упреждающий зазор при повторном погружении в отверстие (при удалении стружки VARI=1) Значения: > 0 действует запрограммированное значение = 0 автоматическое вычисление

www.fppt.info

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата

ДП 44.03.04.634 ПЗ

Лист

9



Глубокое сверление с ломкой стружки ($VARI=0$):



- Подвод к выступающей на безопасное расстояние опорной плоскости с G0;
- Движение до первой глубины сверления с G1,

при этом подача получается из

запрограммированной при вызове цикла подачи,

вычисленной с параметром FRF

(коэффициент подачи);

- Исполнение времени ожидания на конечной глубине сверления (параметр DTB);

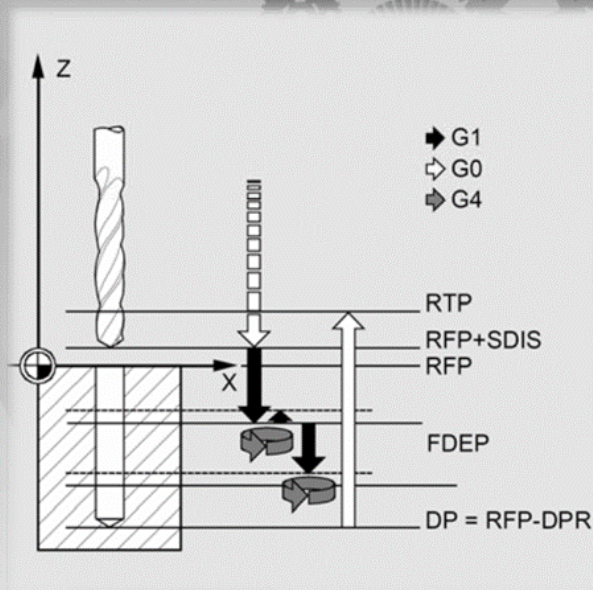
- Переменный отвод (параметр _VRT)

от актуальной глубины сверления с G1 и

запрограммированной в вызывающей программе подачи (для ломки стружки);

- Движение до следующей глубины сверления с G1 и запрограммированной подачей (процесс движения продолжается до достижения конечной глубины сверления);

- Отвод на плоскость отвода с G0.



www.fppt.info

Объяснение параметров

Параметры RTP, RFP, SDIS, DP, DPR (сверление, центровка – CYCLE81)

FDEP и FDPR (первая глубина сверления абсолютная или относительная)

Первая глубина сверления по выбору программируется через один из этих двух параметров.

Параметр FDPR действует в цикле как параметр DPR. При идентичных значениях для базовой плоскости и плоскости отвода возможна относительная задача первой глубины сверления.

DAM (дегрессия)

В случае глубоких отверстий, сверление которых осуществляется в несколько этапов, имеет смысл работать с уменьшающимися значениями для отдельных ходов сверления (дегрессия).

Тем самым можно отводить стружку и не возникают поломки инструмента. Для этого в параметре можно запрограммировать либо инкрементальное значение деградации, на которое поэтапно уменьшается первая глубина сверления, либо значение в %, которое действует как коэффициент деградации.



www.fppt.info

Ив.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ив.№ дубл.	Подп. и дата

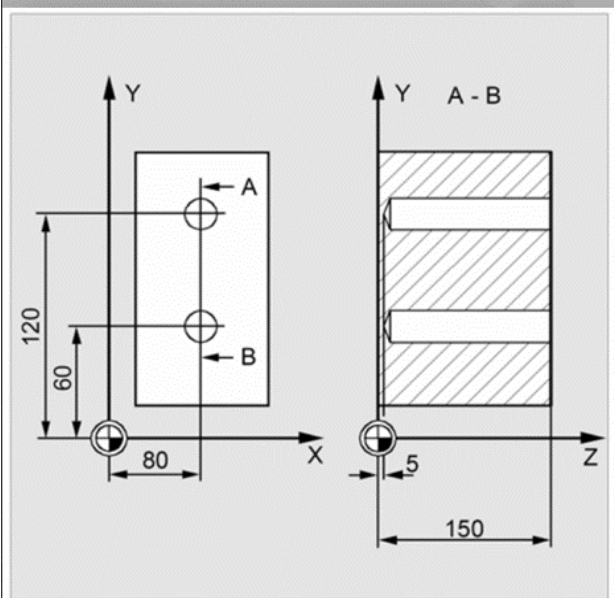
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.634 ПЗ

Лист

10

**Ход сверления вычисляется через коэффициент
дегрессии и не должен быть меньше
минимальной глубины сверления 6 мм.**



- DEF REAL RTP=155, RFP=150, SDIS=1, DP=5, DPR=145, FDEP=100, FDPR=50, DAM=20, DTB=1, FRF=1, VARI=0, _VRT=0.8, _MDEP=10, DIS1=0.4; определение параметров
- N10 G0 G17 G90 F50 S500 M4 ; определение технологических значений.
- N20 D1 T42 Z155 ; подвод к плоскости отвода
- N30 X80 Y120 ; подвод к первой позиции сверления
- N40 CYCLE83 (RTP, RFP, SDIS, DP, , FDEP, , DAM, , , FRF, VARI, , _VRT); вызов цикла. Параметры глубины с абсолютными значениями
- N50 X80 Y60 ; подвод к следующей позиции сверления
- N55 DAM=0.6 FRF=0.5 VARI=1 ; присвоение значения
- N60 CYCLE83 (RTP, RFP, SDIS, , DPR, , FDPR, DAM, DTB, , FRF, VARI, _MDEP, ->, , _DIS1);

вызов цикла с относительным указанием конечной глубины сверления 1-ой глубины сверления

безопасное расстояние составляет 1 мм коэффициент подачи 0.5

- N70 M30 ; конец программы

www.fppt.info

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое «Сверление»?
2. Что такое «Цикл сверления»?
3. Назовите циклы сверления, предусмотренные в станках с ЧПУ SIUMERIK .
4. Назовите параметры и их обозначения для циклов сверления.

www.fppt.info

Ив.№ подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №	Ив.№ дубл.	Подл. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.634 ПЗ

Лист

12